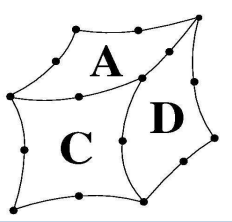


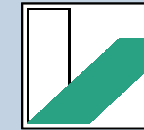
Vernetzungsprobleme bei der Anwendung von ProMECHANICA

-Ursachen und Lösungen anhand von
Praxisbeispielen-

Dipl.-Wirtsch.-Ing. R. Hackenschmidt
Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD



Grundlagen des Vernetzens



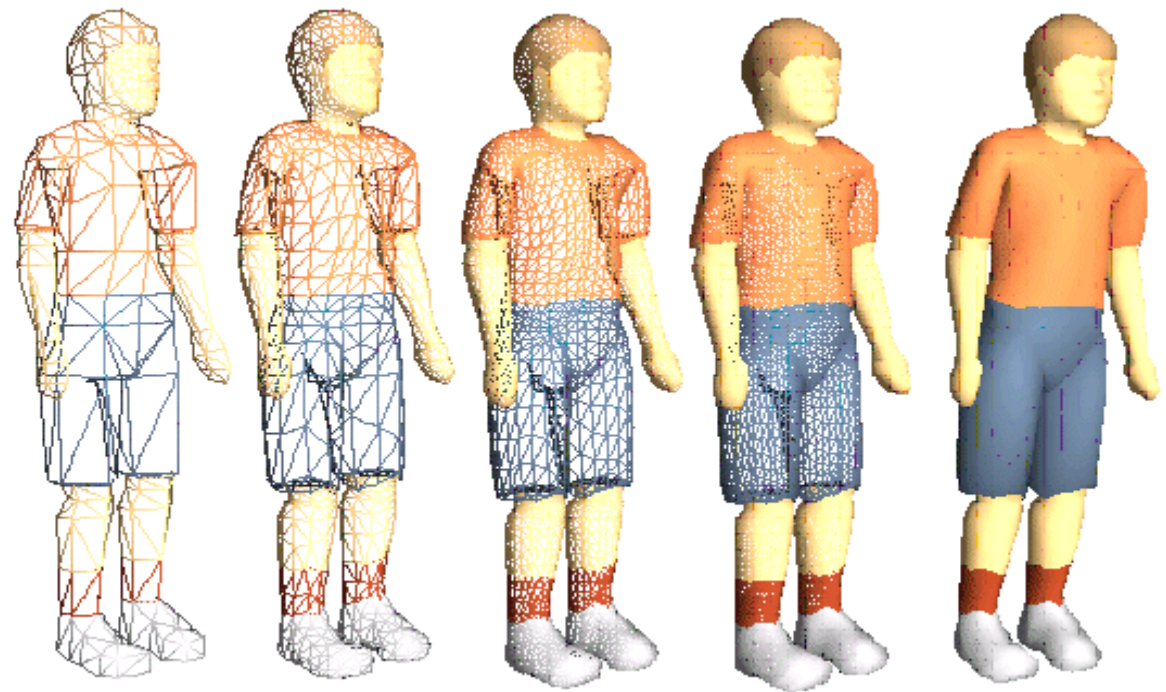
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

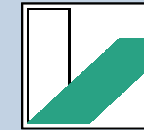
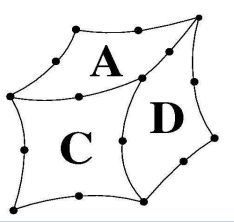
Ziel:

Abbildung der Geometrie durch Finite Elemente

Mittel:

Vernetzer





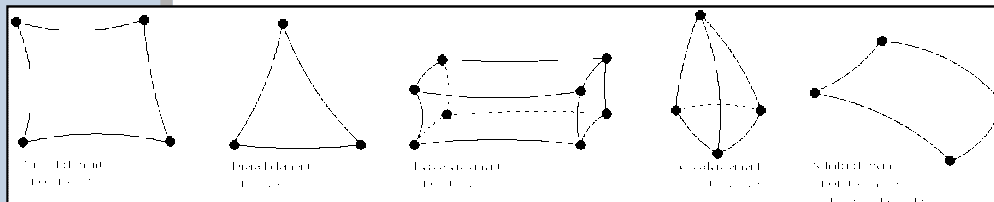
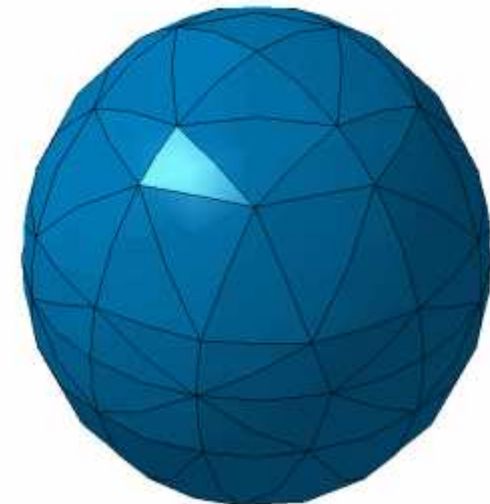
Vernetzungsmethoden

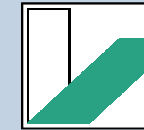
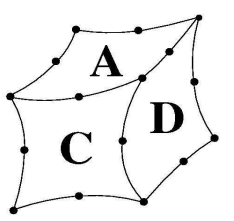
Oberflächennetze
Volumennetze
Elementtypen

Linear elements type:



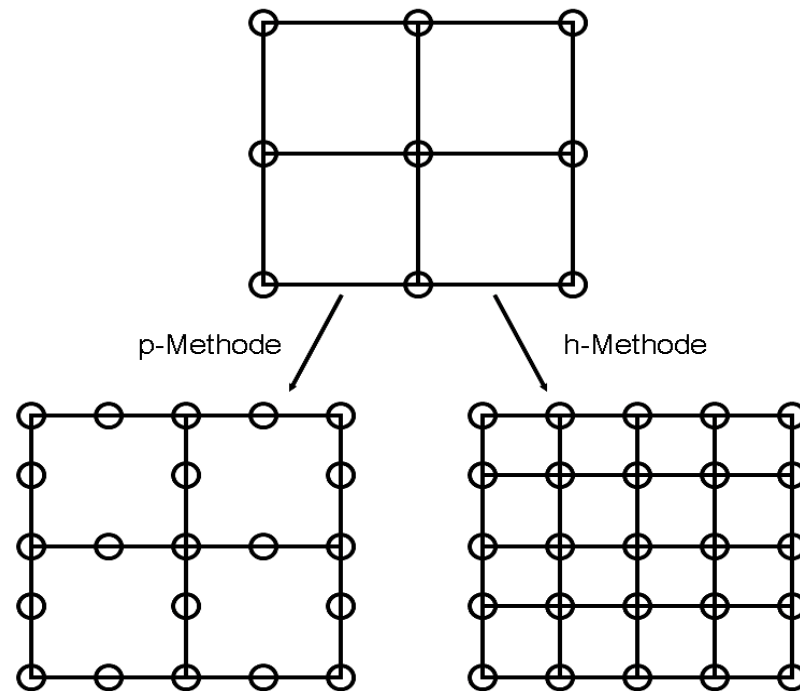
Parabolic elements type:



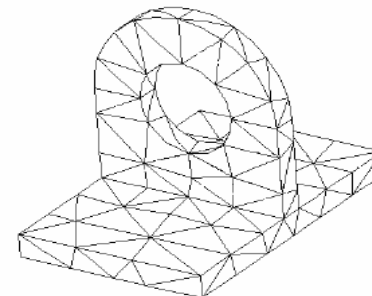
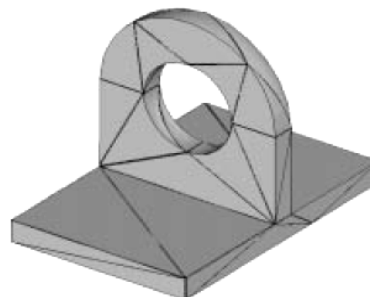
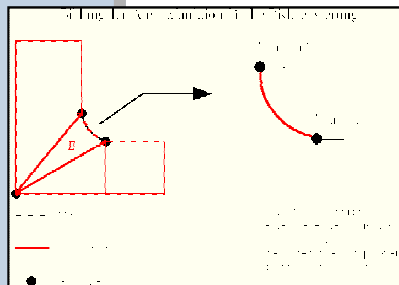


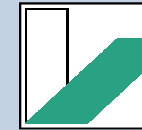
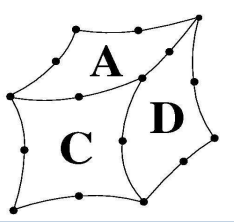
Unterschied p-/ h- Methode

Verwendung
höherwertiger
Elementansätze



Erhöhung der
Elementanzahl





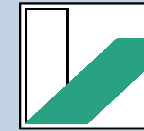
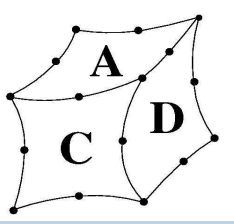
Was geht bei PTC?

Vernetzung von Bauteilen mit ProM

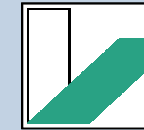
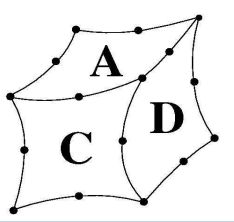
- AutoGEM
- FEM Modus
- Separater Modus

Vernetzung von Baugruppen mit ProM

- AutoGEM
- FEM Modus
- Separater Modus



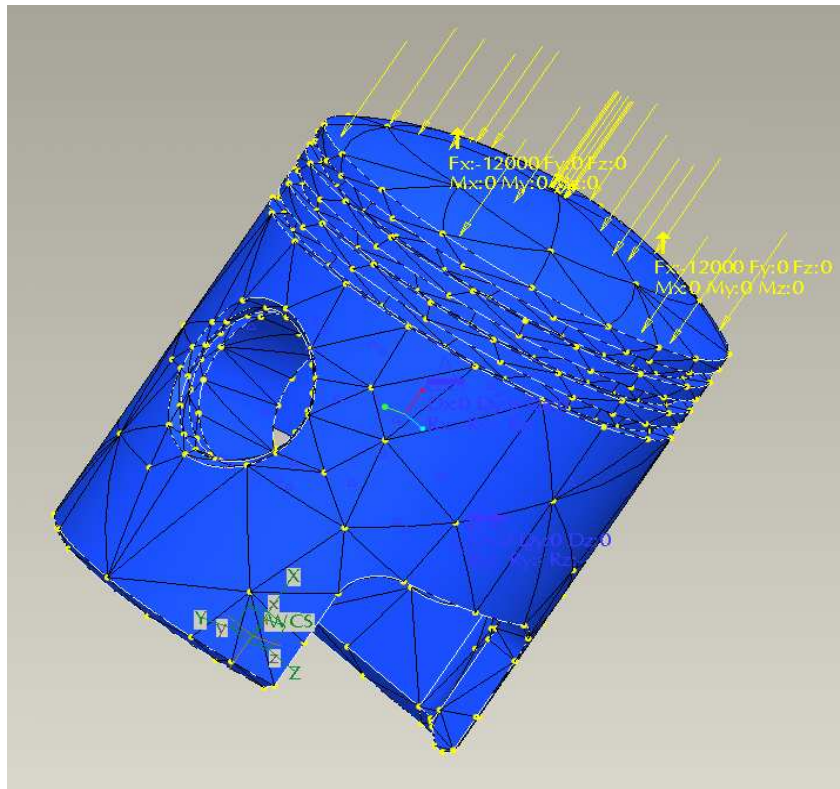
Warum ist die „richtige“ Vernetzung
eigentlich so wichtig...?



Beispiel: Kolben

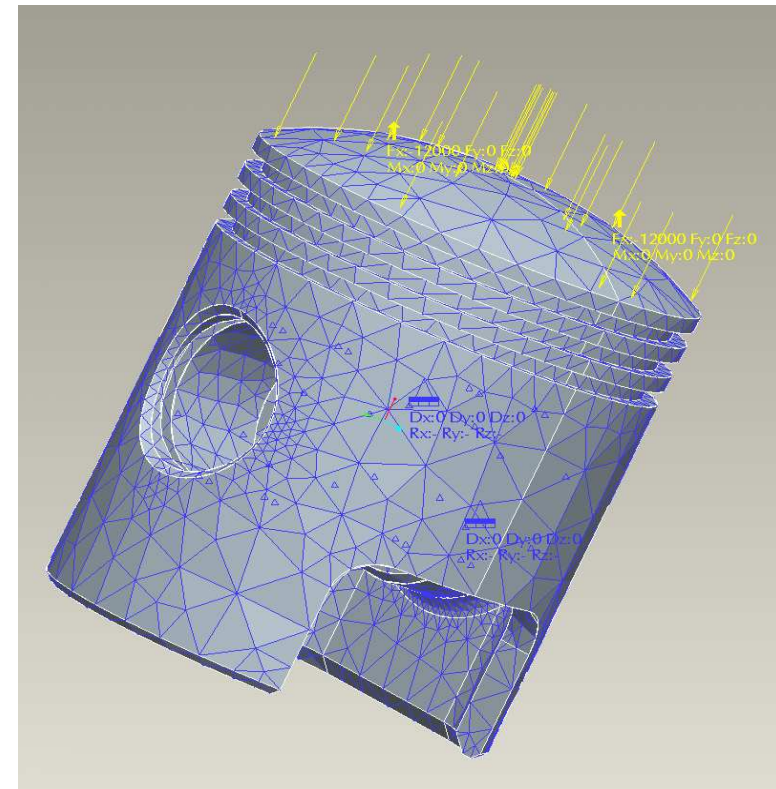
Integrierter Modus

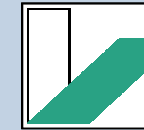
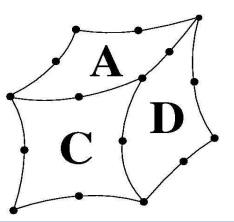
2.279 Elemente



FEM-Modus

27.663 Elemente

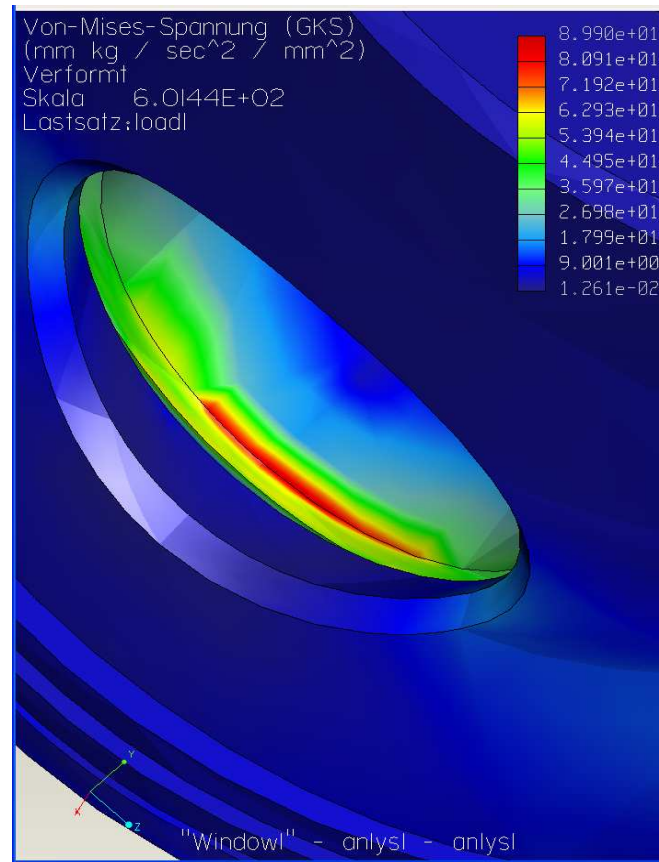




Beispiel: Kolben

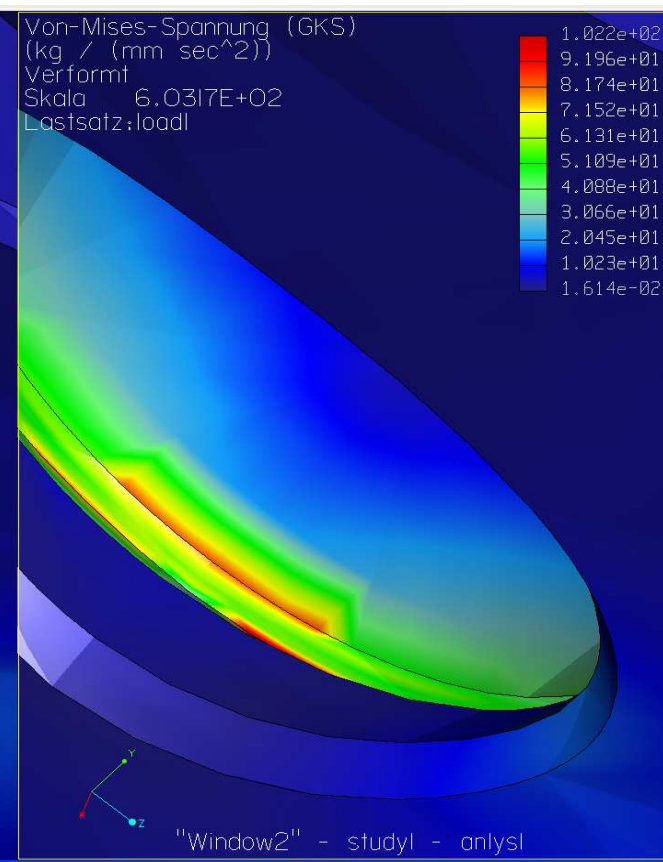
Wildfire 2.0

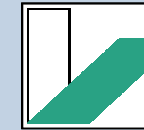
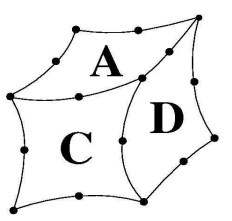
89,9 mN/mm²



Pro/E 2001

102,2 mN/mm²

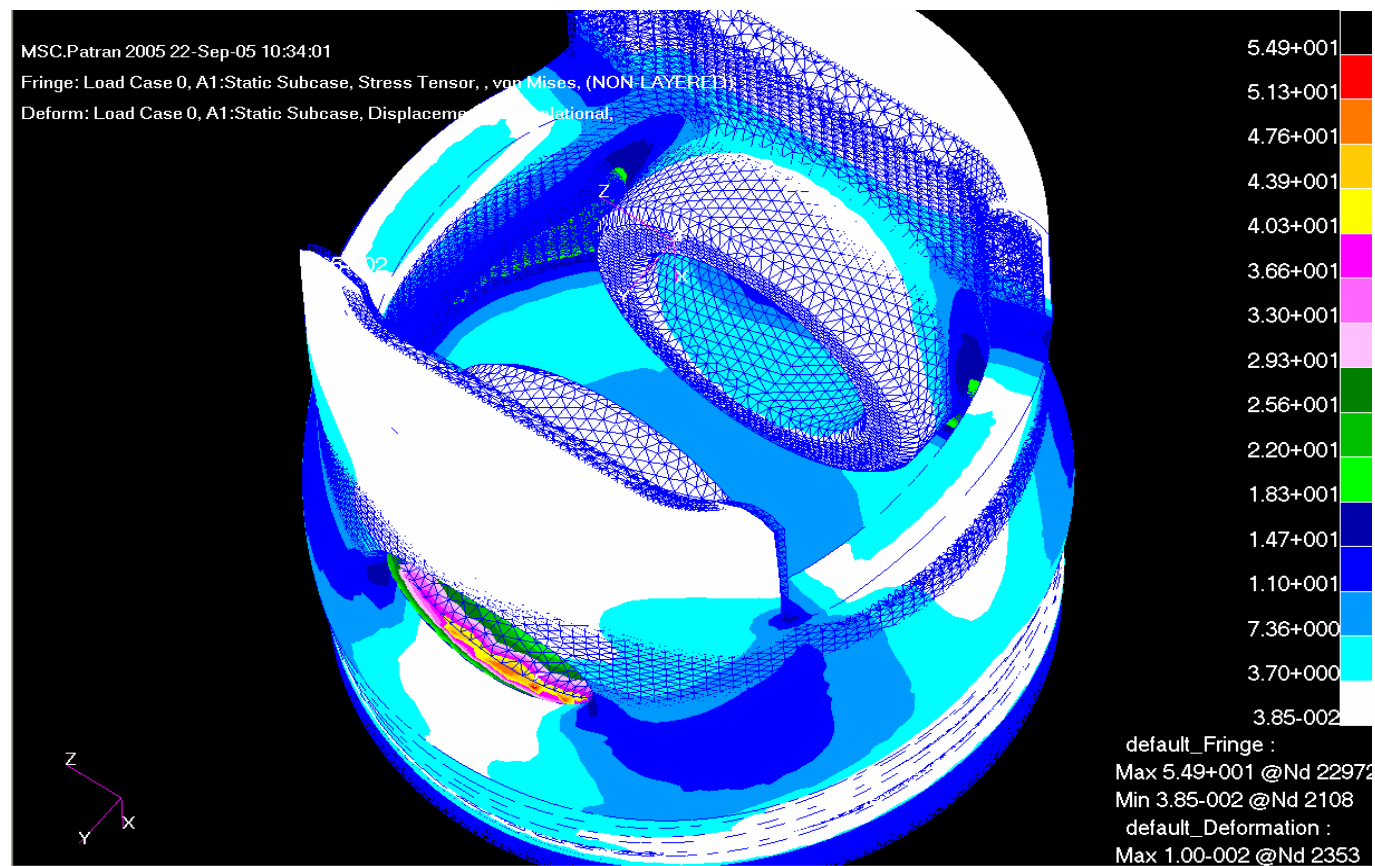


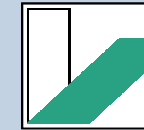
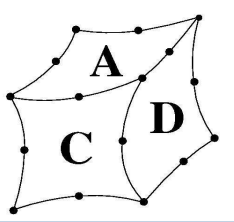


Beispiel: Kolben

NASTRAN:

54,9 mN/mm²

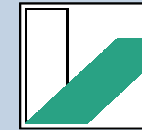
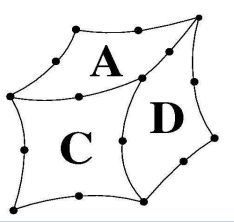




Beispiel: Kolben

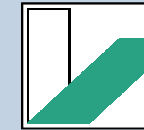
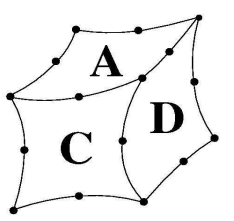
Vergleich:

Programm	max. Vergleichs- spannung (GEH)	Abweichung vom Maximum
Pro/E 2001	102,2 mN/mm ²	0%
Wildfire 2.0	89,9 mN/mm ²	-12%
Z88	60,6 mN/mm ²	-40%
Nastran	54,9 mN/mm ²	-46%



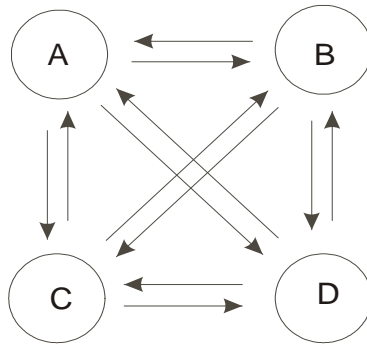
Fehlertypen

- Netz kann nicht erzeugt werden
 - Kurze Kanten, Winkel
 - Geometrie probleme
 - IGES / Flächenmodelle
- Nicht FEM-gerecht konstruiert
- h-Netz geht, p-Netz geht nicht
- Bauteile = vernetzbar, Baugruppen = nicht
- Netz erzeugt, Berechnung bricht ab
- Netz-Export

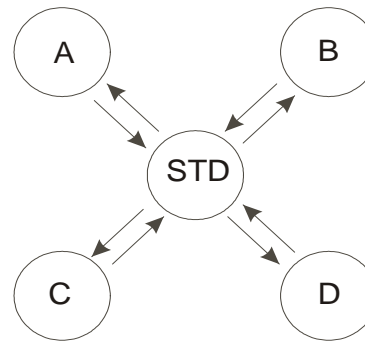


Problem Datenaustausch

Konverter



Standard-Schnittstelle



Datenaustausch durch:

- Konverter
- Standard-Schnittstelle

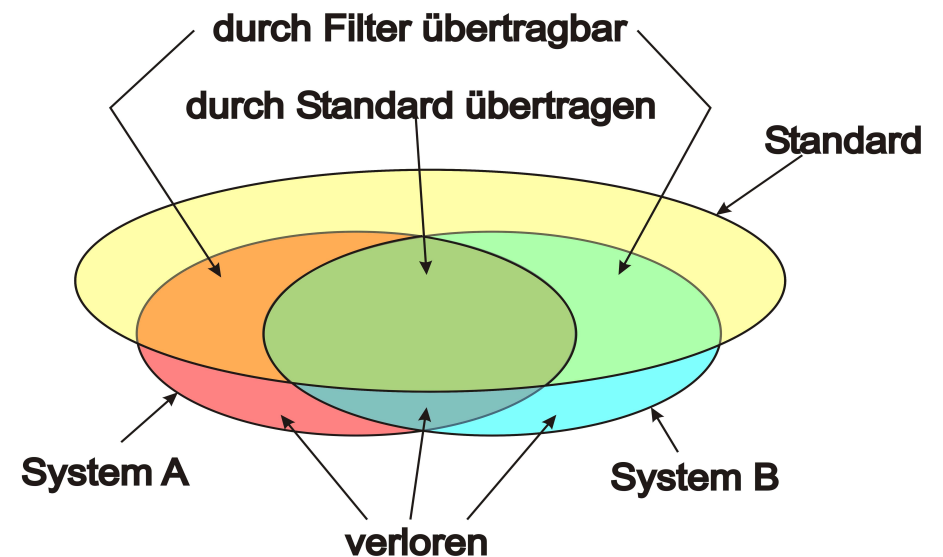
Anzahl Schnittstellenprogramme:

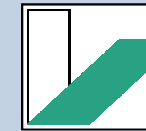
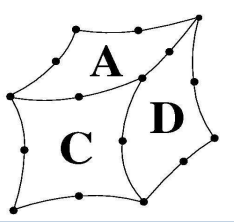
$$i = n \cdot (n-1)$$

$$i = 2n$$

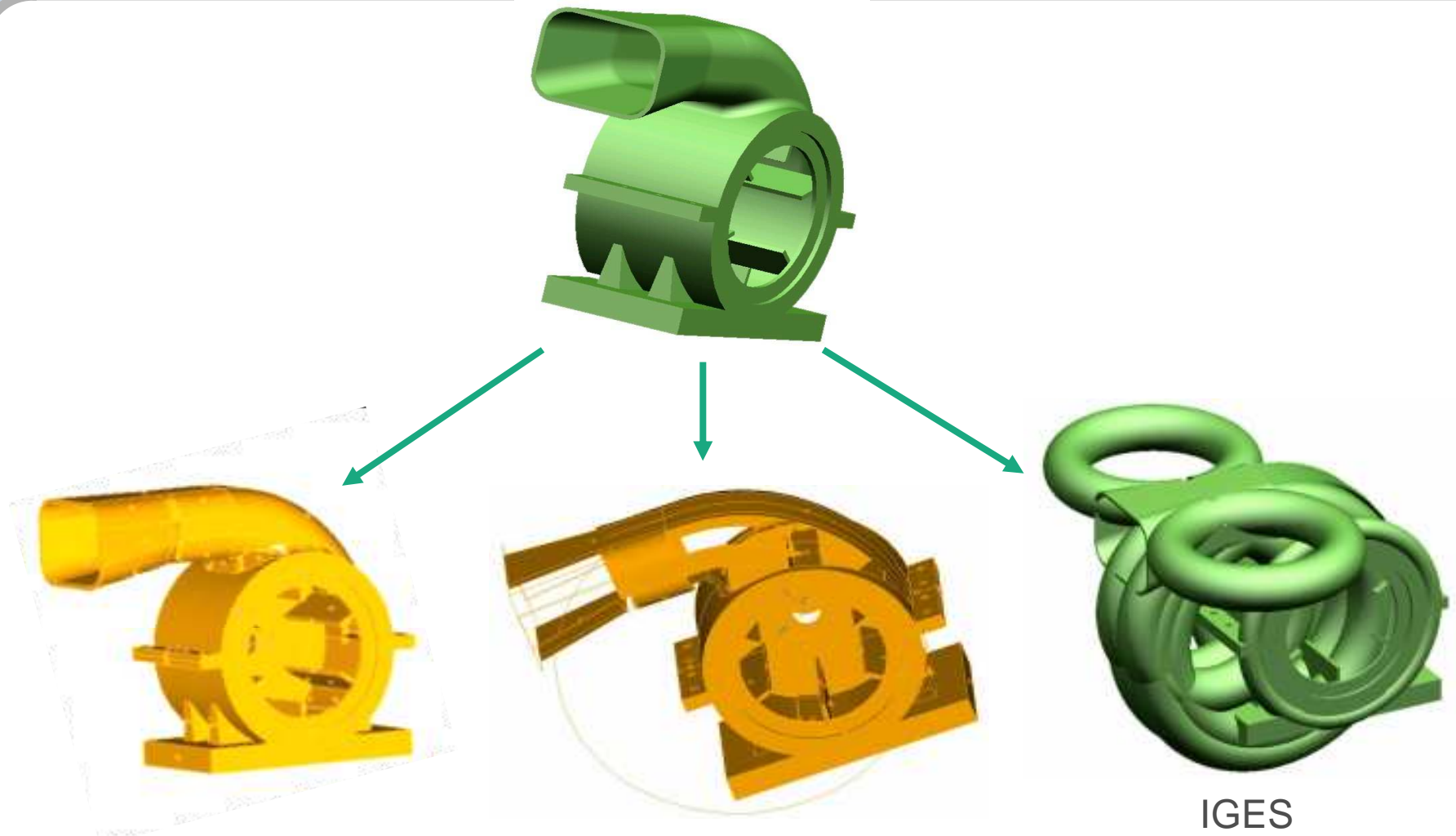
Standard:

IGES, STEP, VDA,
STL, Parasolid





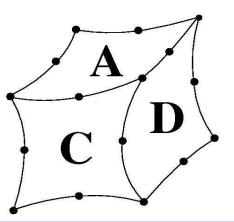
Fehlerhafter Import



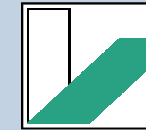
STEP AP 214

STEP AP 203

IGES

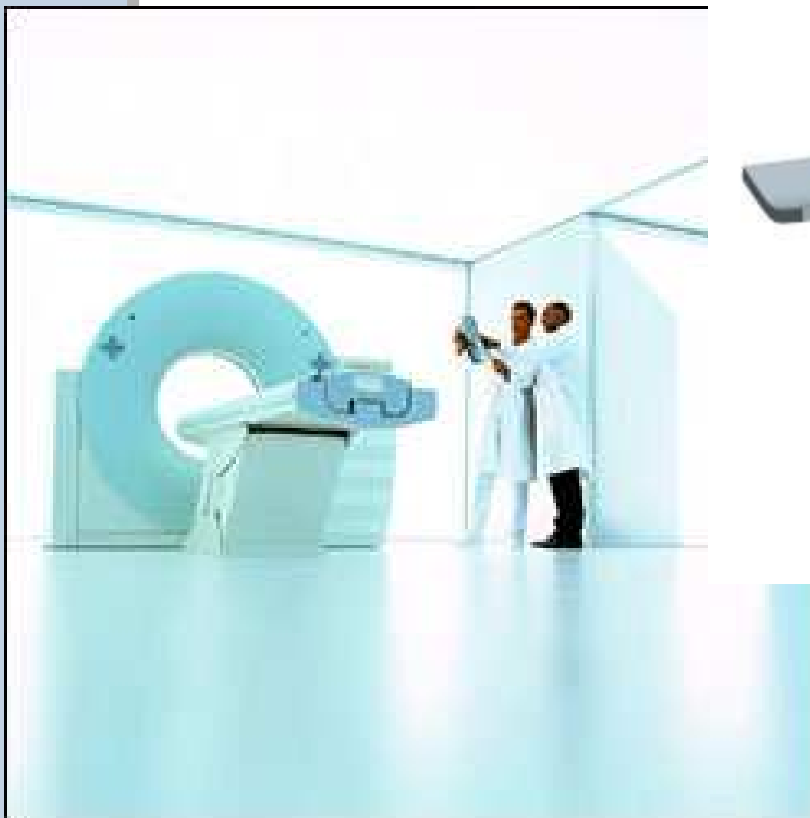


Beispiel Patientenliege Fa. Siemens

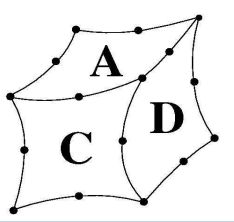


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

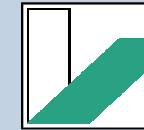
Baugruppe: 250 Bauteile, Original in IDEAS konstruiert



Vereinfachte Baugruppe: 32 Bauteile

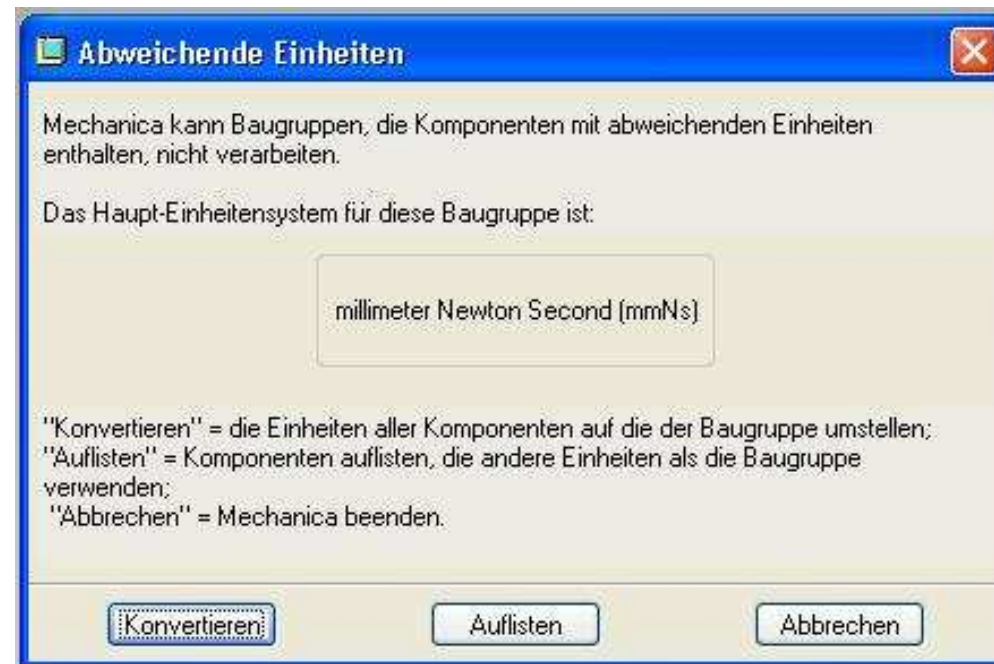


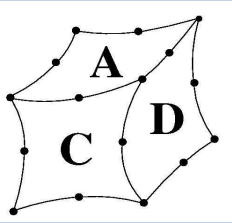
Lösungen Patientenliege Fa. Siemens



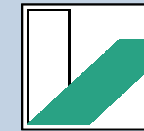
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Vorarbeiten => Einheitliche Einheiten



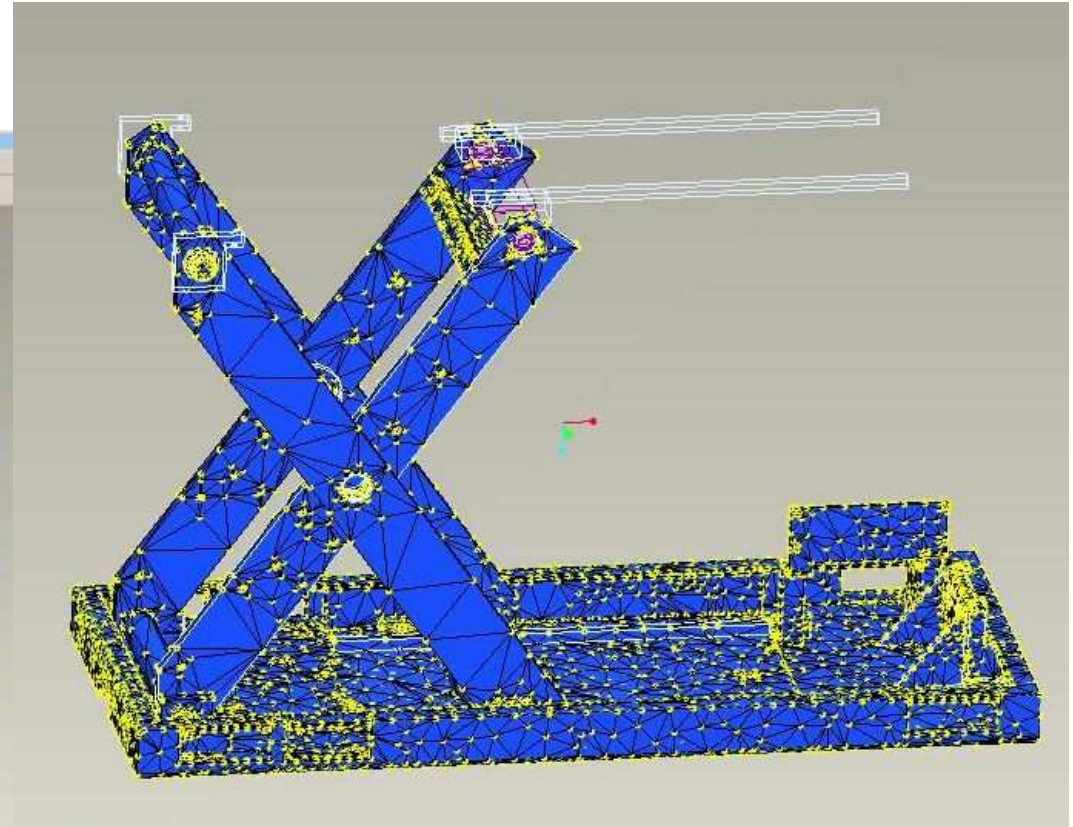
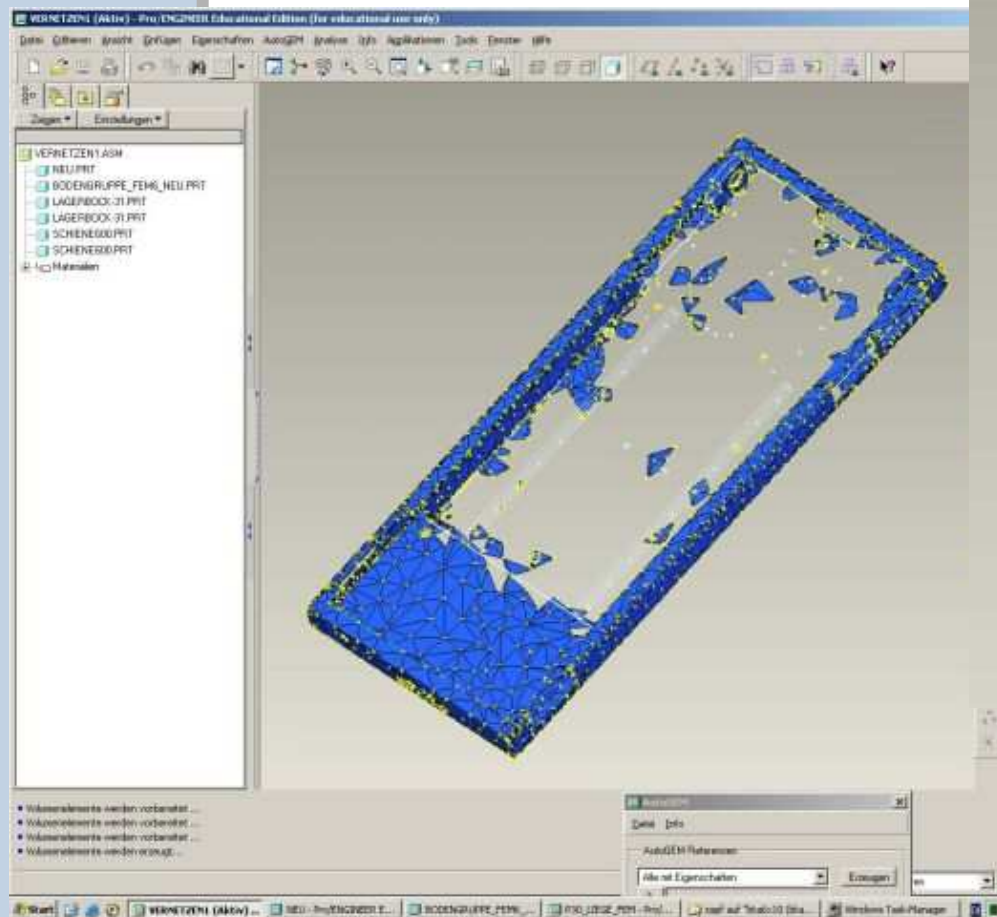


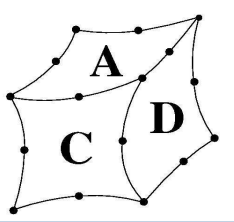
Beispiel Patientenliege Fa. Siemens



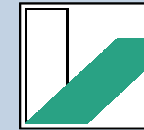
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Vernetzung bricht ab!



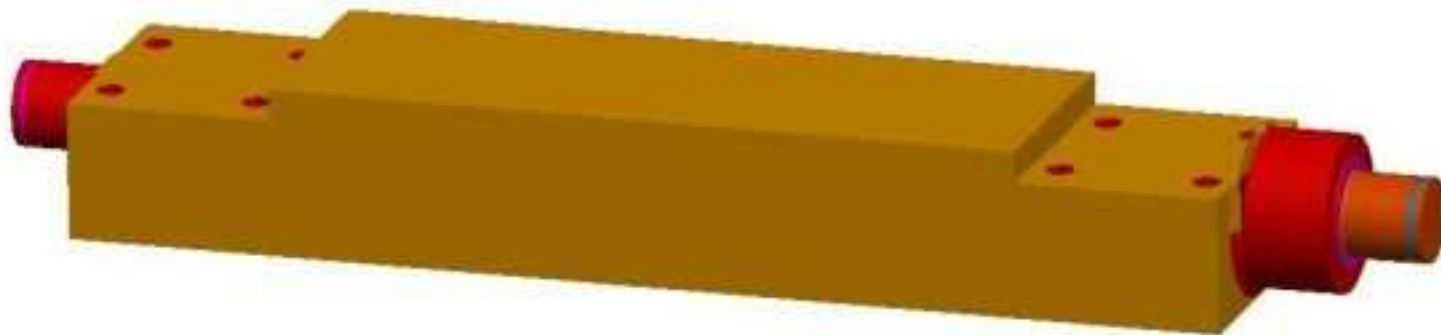


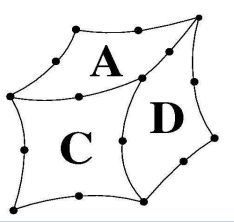
Beispiel Patientenliege Fa. Siemens



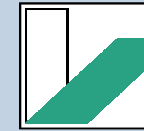
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Problembauteil: Welle, Original in IDEAS
konstruiert, mit der Parasolid Schnittstelle
übergeben



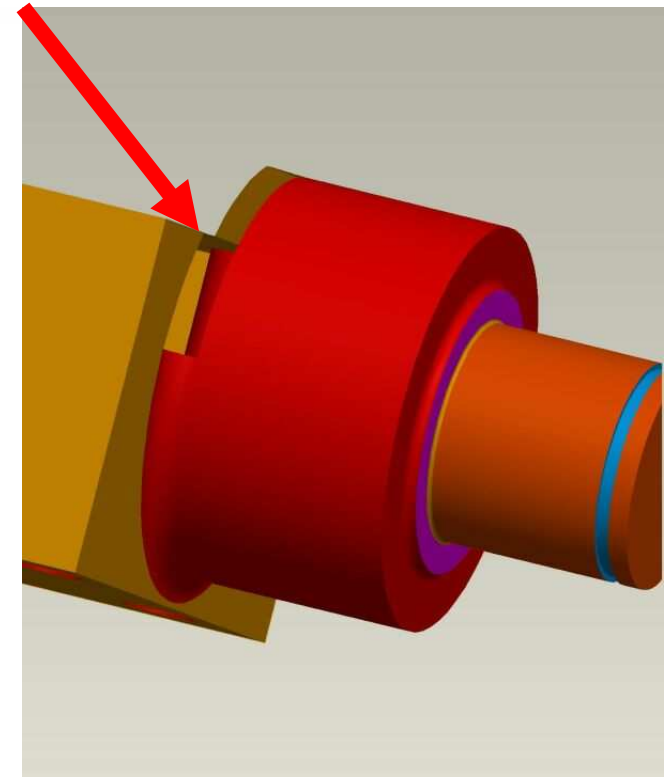
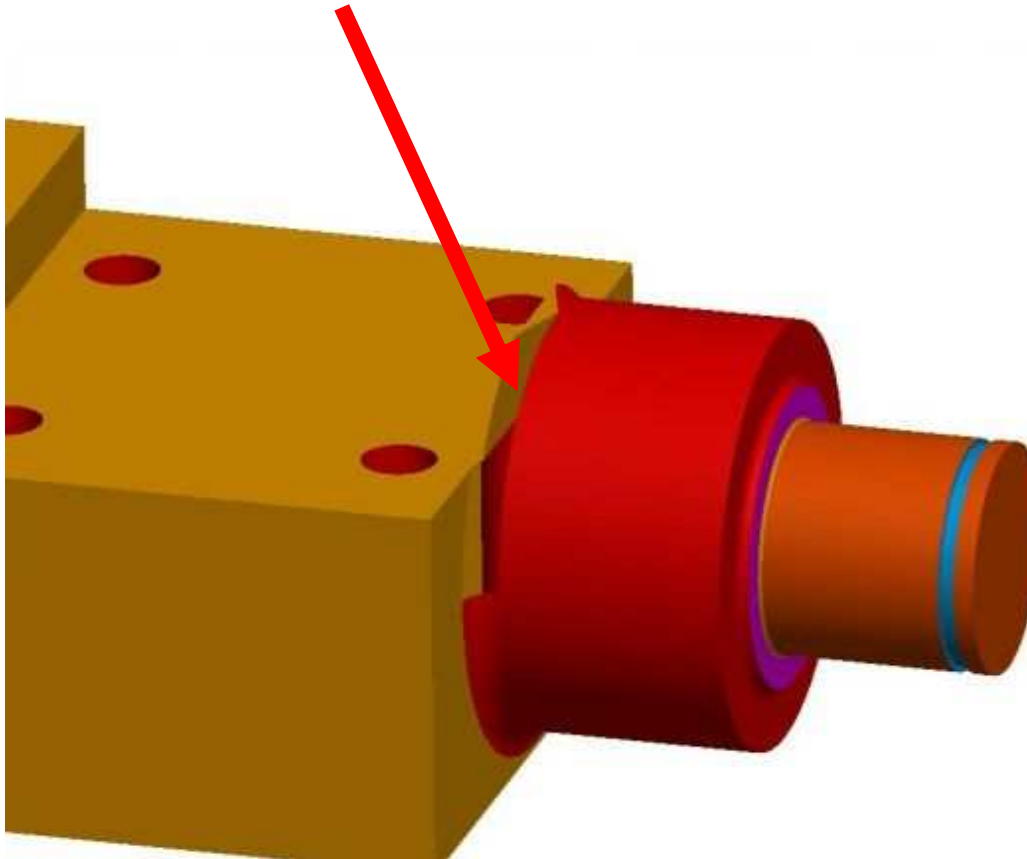


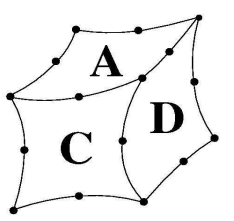
Beispiel Patientenliege Fa. Siemens



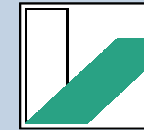
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Fehler: Übergang Welle – Block
=> Flächenmodell



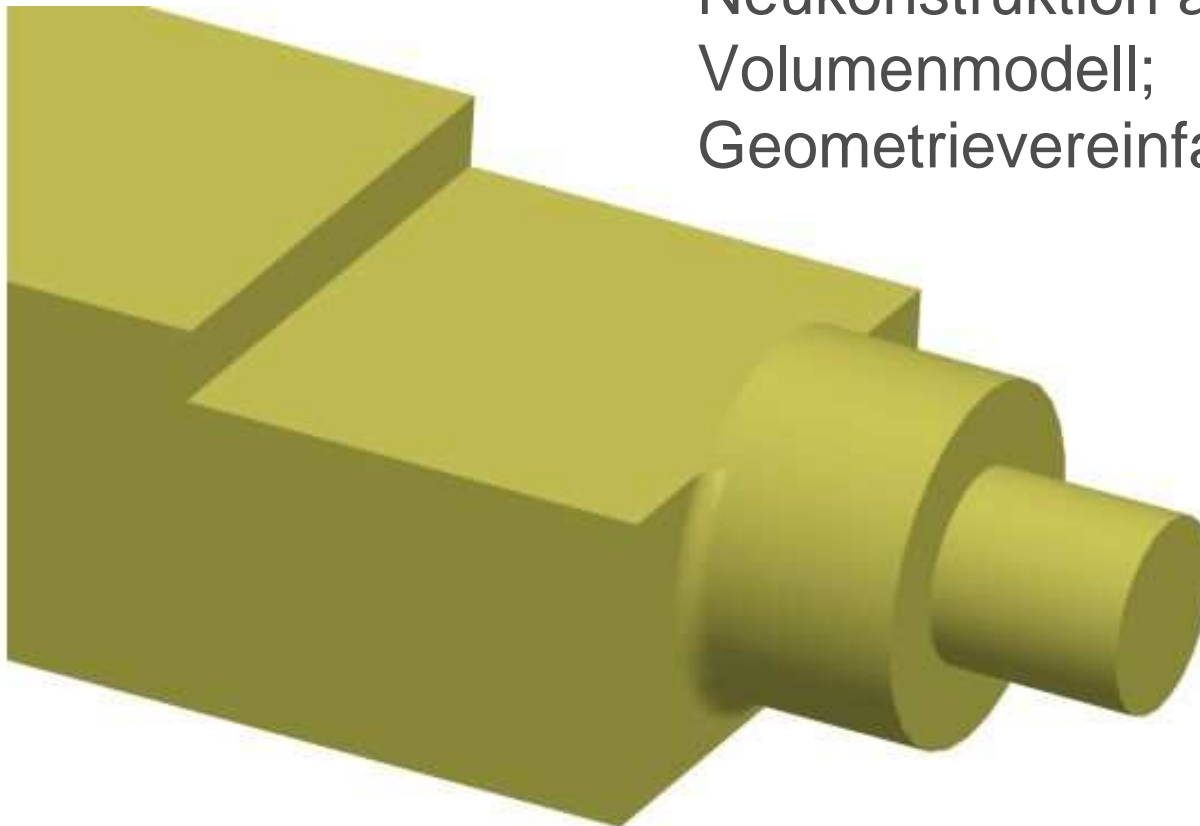


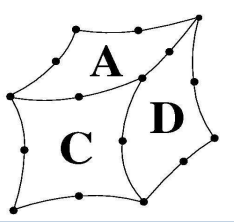
Lösung Patientenliege Fa. Siemens



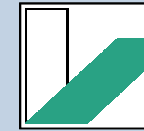
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Neukonstruktion als
Volumenmodell;
Geometrievereinfachung



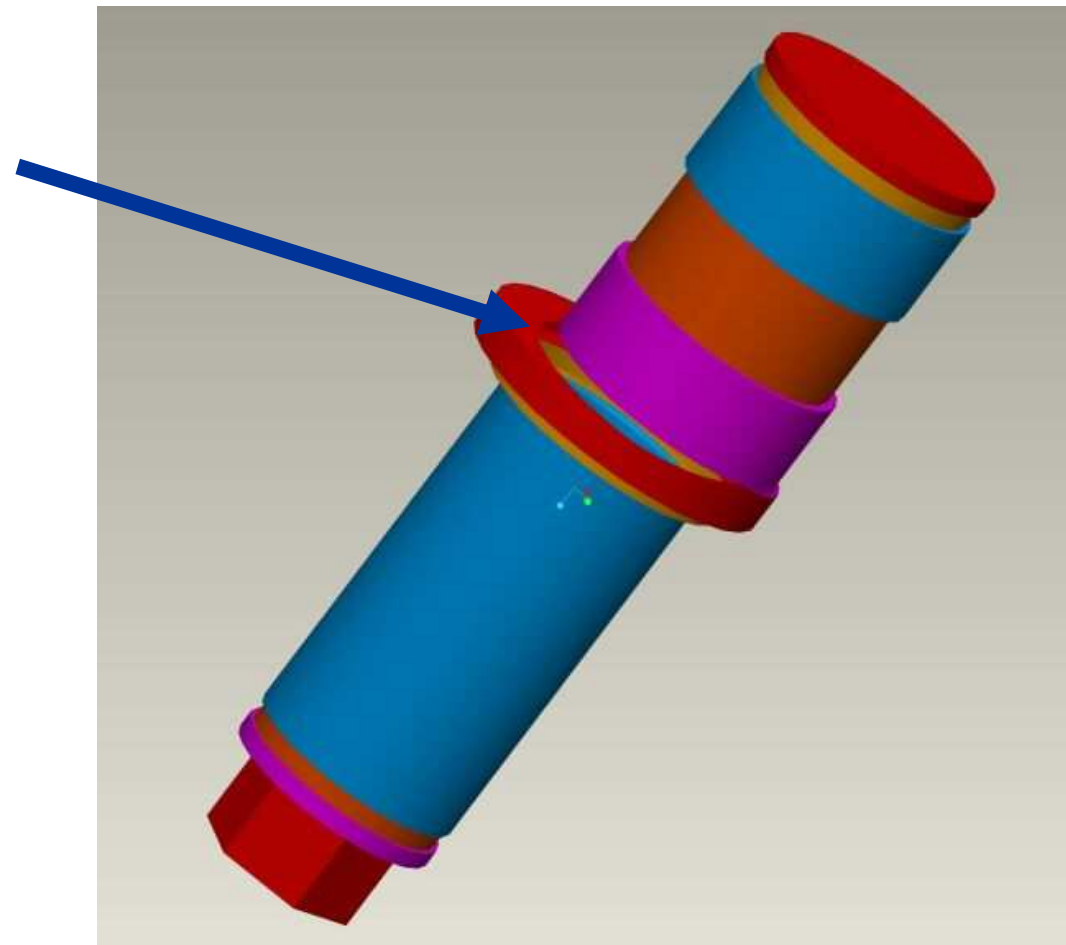


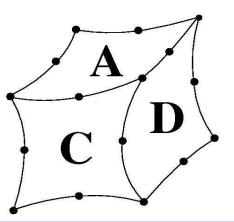
Beispiel Patientenliege Fa. Siemens



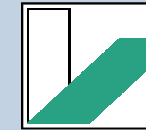
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

„Unsauber“ zusammengebautes Bauteil



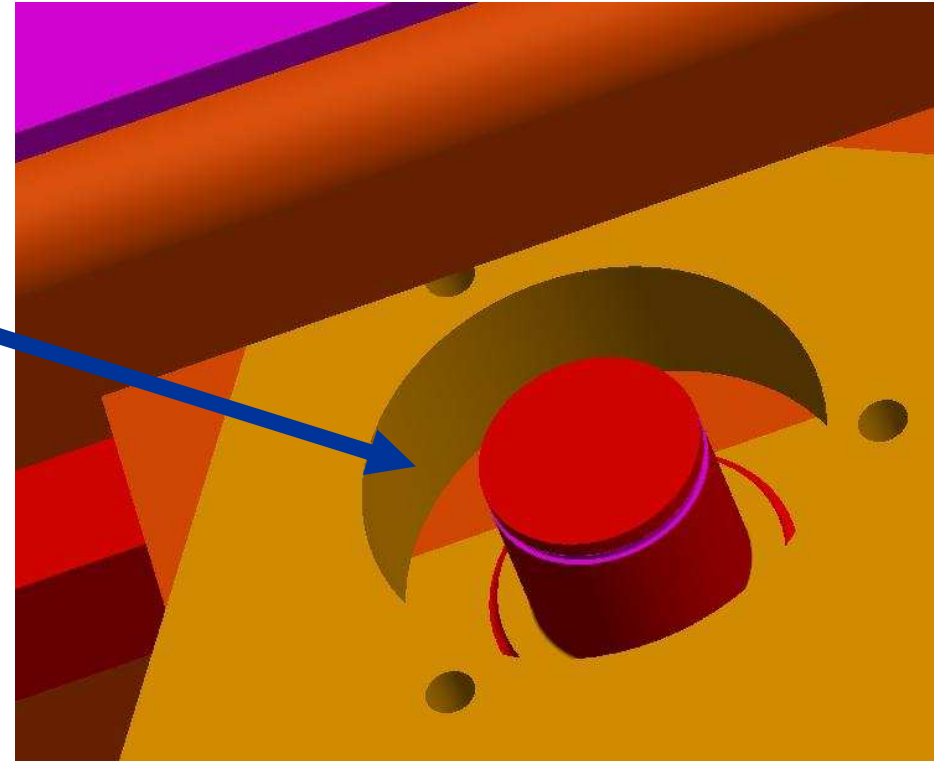
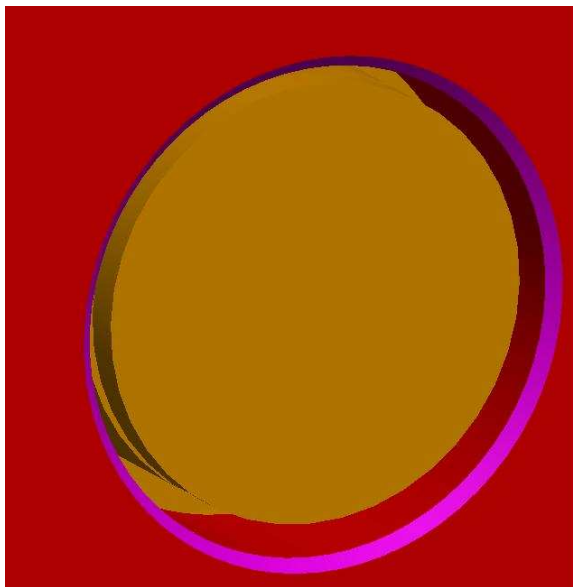


Beispiel Patientenliege Fa. Siemens

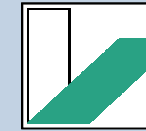
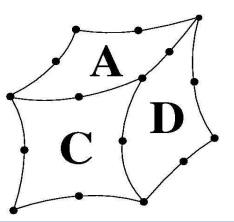


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

„schwebende“ Welle

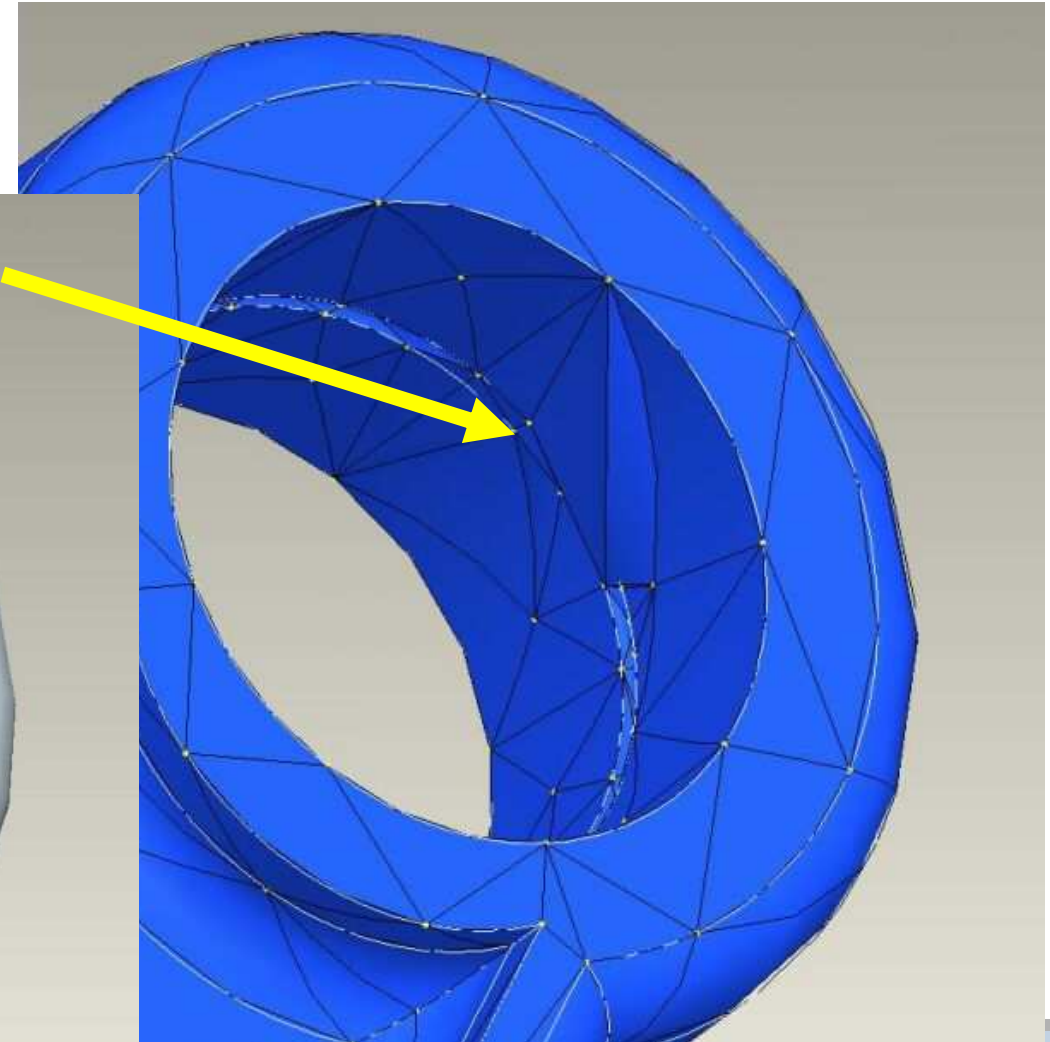


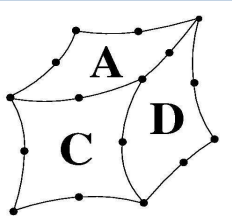
Lager fehlen!



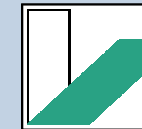
Beispiel Pleuel

Vernetzung falsch!



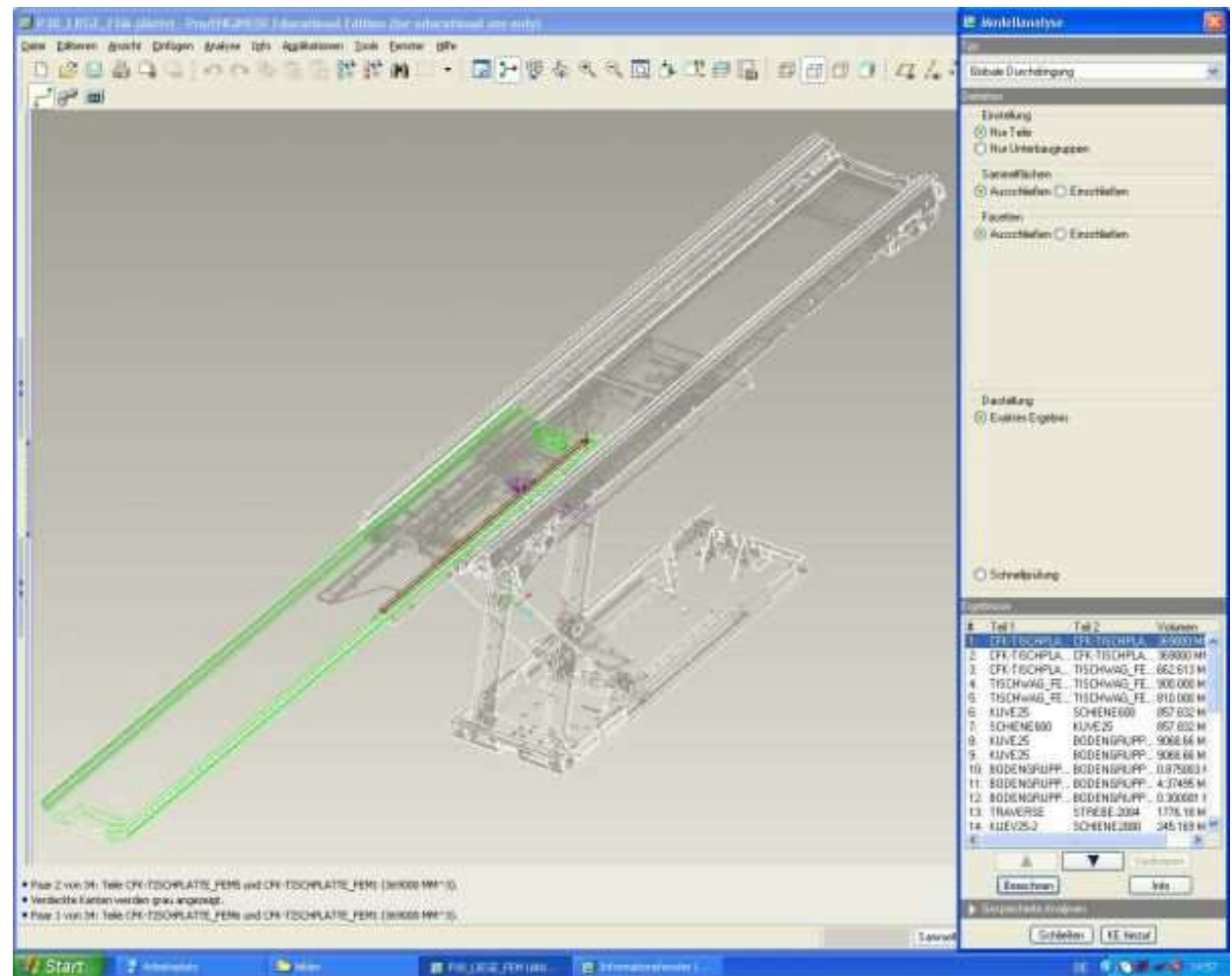


Lösungen Patientenliege Fa. Siemens

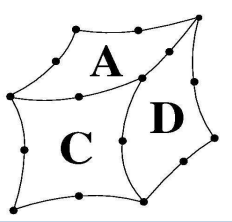


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

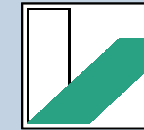
Informationsfenster (Y:\SCSI85GB\cap1p30\linder\durchdringung.txt)		
Nr.	Teil 1	Teil 2 Volumen
1:	CFK-TISCHPLATTE_FEM6	CFK-TISCHPLATTE_FEM1 369000 MM^3
2:	CFK-TISCHPLATTE_FEM5	CFK-TISCHPLATTE_FEM1 369000 MM^3
3:	CFK-TISCHPLATTE_FEM1	TISCHWAG_FEM2 662.613 MM^3
4:	TISCHWAG_FEM3	TISCHWAG_FEM2 900.000 MM^3
5:	TISCHWAG_FEM2	TISCHWAG_FEM1 810.000 MM^3
6:	KUVE25	SCHIENE600 857.832 MM^3
7:	SCHIENE600	KUVE25 857.832 MM^3
8:	KUVE25	BODENGRUPPE_FEM6 9068.66 MM^3
9:	KUVE25	BODENGRUPPE_FEM6 9068.66 MM^3
10:	BODENGRUPPE_FEM9	BODENGRUPPE_FEM1 0.875003 MM^3
11:	BODENGRUPPE_FEM9	BODENGRUPPE_FEM1 4.37495 MM^3
12:	BODENGRUPPE_FEM7	BODENGRUPPE_FEM1 0.300001 MM^3
13:	TRAVVERSE	STRASSE-2084 1776.18 MM^3
14:	KUVE25-2	SCHIENE2000 245.169 MM^3
15:	KUVE25-2	SCHIENE2000 245.169 MM^3
16:	SCHIENE600	VERSTEIFUNG 23399.8 MM^3
17:	SCHIENE600	VERSTEIFUNG 23399.8 MM^3
18:	VERSTEIFUNG	LAGERBOCK-151486 49.5433 MM^3
19:	VERSTEIFUNG	LAGERBOCK-151486 49.7107 MM^3
20:	ACHSE-156907	ANTRIEBSKLOTZ 5008.14 MM^3
21:	TISCHWAG_FEM2	WANNE_VORNH-2280 26374.2 MM^3
22:	TISCHWAG_FEM1	WANNE_VORNH-2280 4517.25 MM^3
23:	GIMETALL-LAGER	ANTRIEBSBLOCK 58.3813 MM^3
24:	GIMETALL-LAGER	ANTRIEBSBLOCK 58.3813 MM^3
25:	GIMETALL-LAGER	ANTRIEBSBLOCK 647.953 MM^3
26:	GIMETALL-LAGER	ANTRIEBSBLOCK 58.3813 MM^3
27:	GIMETALL-LAGER	ANTRIEBSBLOCK 58.3813 MM^3
28:	GIMETALL-LAGER	ANTRIEBSBLOCK 58.3813 MM^3
29:	GIMETALL-LAGER	ANTRIEBSBLOCK 58.3813 MM^3
30:	MAGNETBREMSSE	ACHSE_DUMMY 5574.99 MM^3
31:	CFK-TISCHPLATTE_FEM3	ROLLE 642.936 MM^3
32:	CFK-TISCHPLATTE_FEM1	ROLLE 3559.61 MM^3
33:	CFK-TISCHPLATTE_FEM4	ROLLE 639.821 MM^3
34:	CFK-TISCHPLATTE_FEM1	ROLLE 3582.01 MM^3



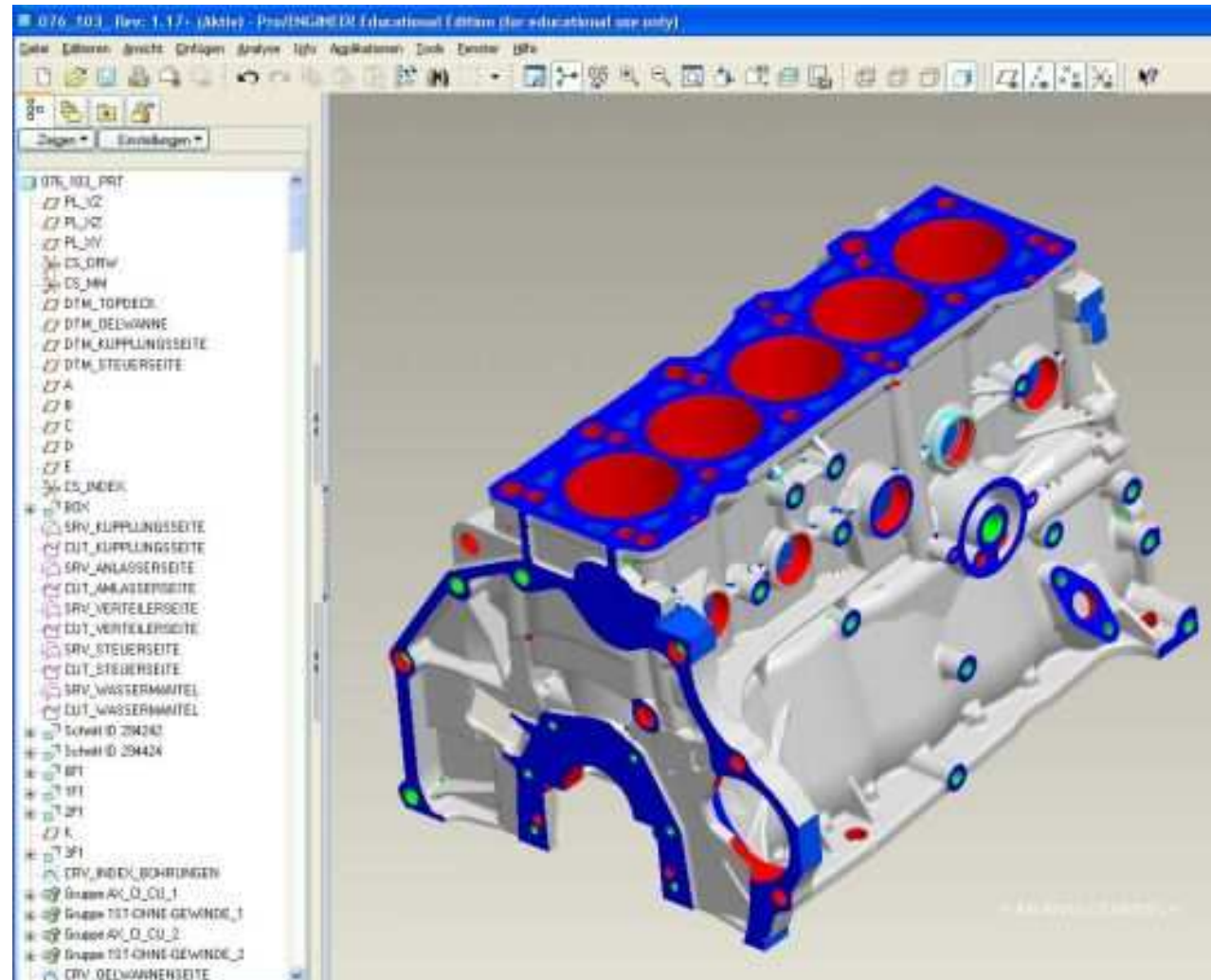
Vorarbeiten => Globale Durchdringung

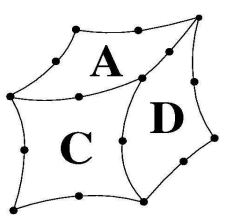


Beispiel Motorgehäuse VW

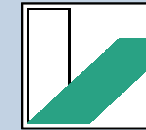


UNIVERSITÄT
BAYREUTH



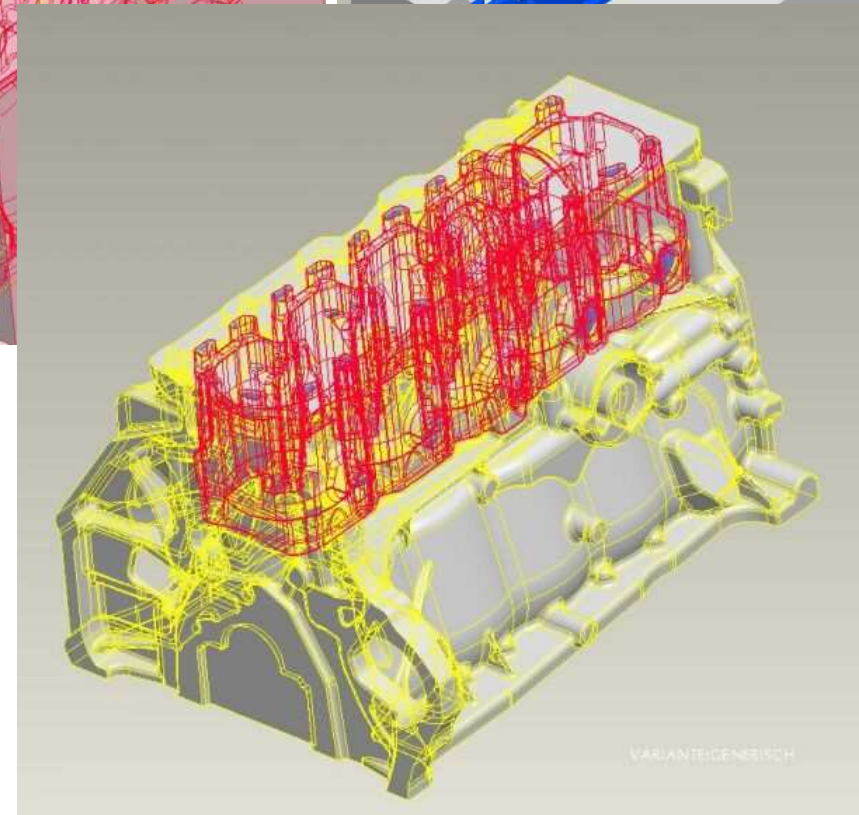
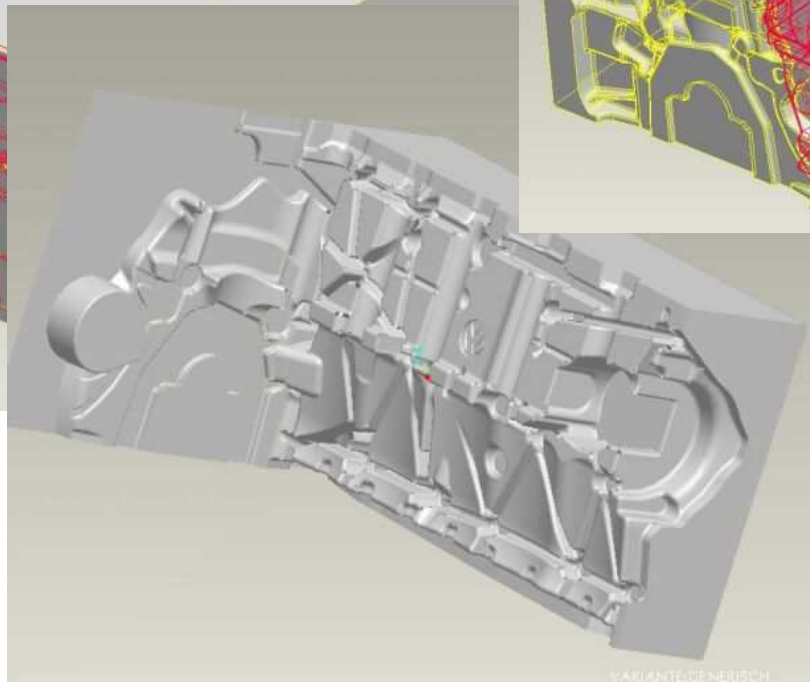
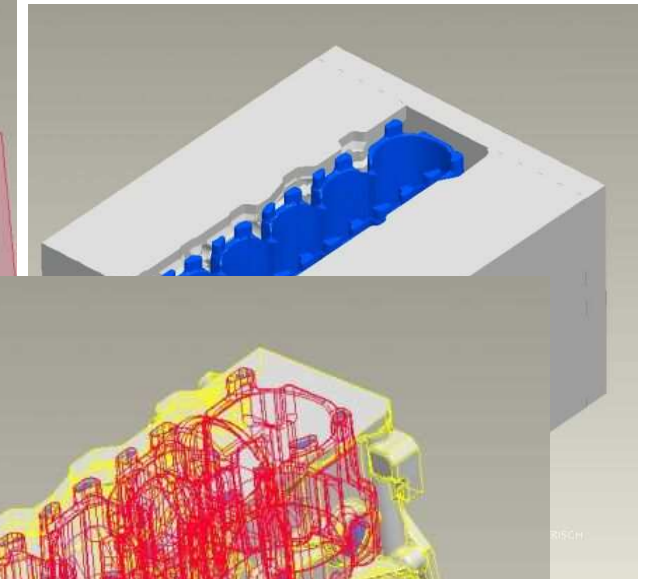
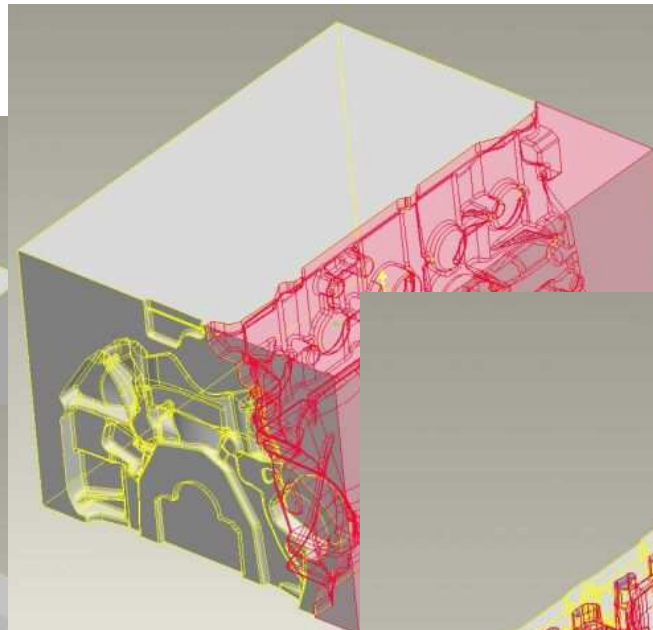
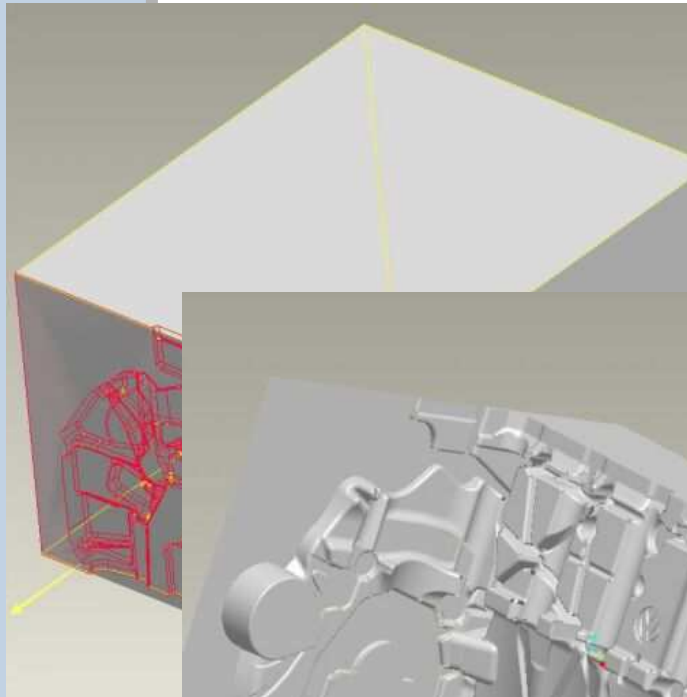


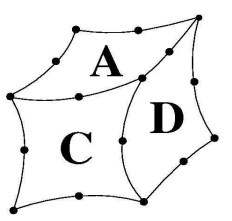
Beispiel Motorgehäuse VW



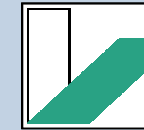
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Konstruktion



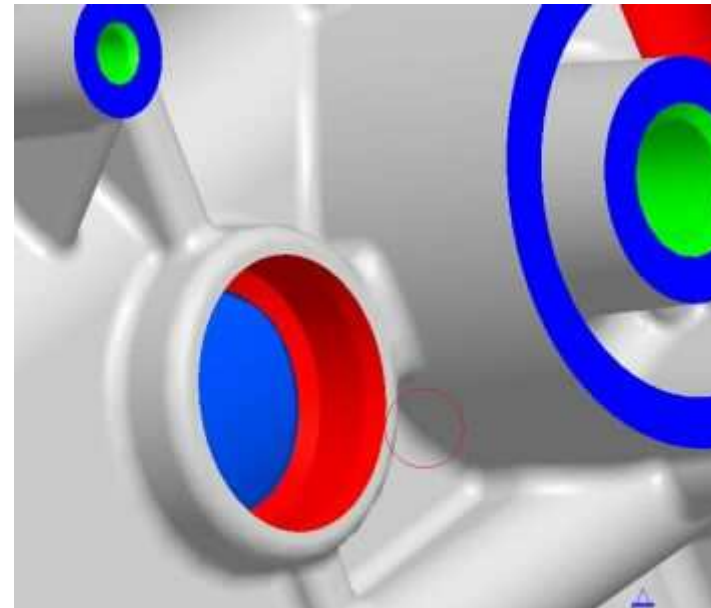
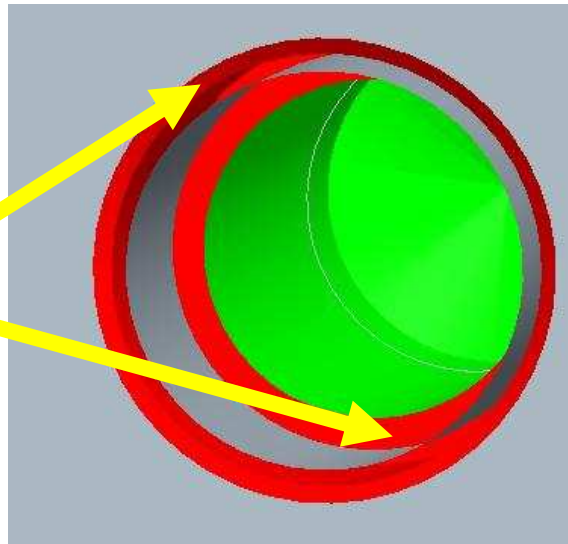


Beispiel Motorgehäuse VW

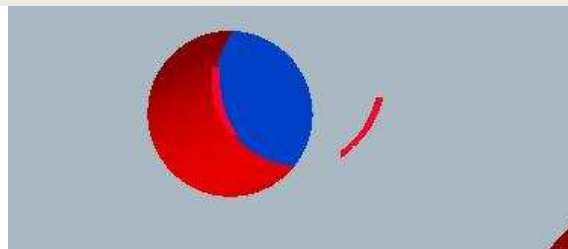


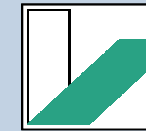
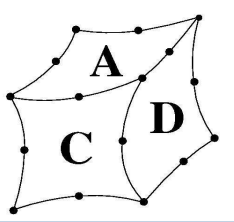
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Fehler



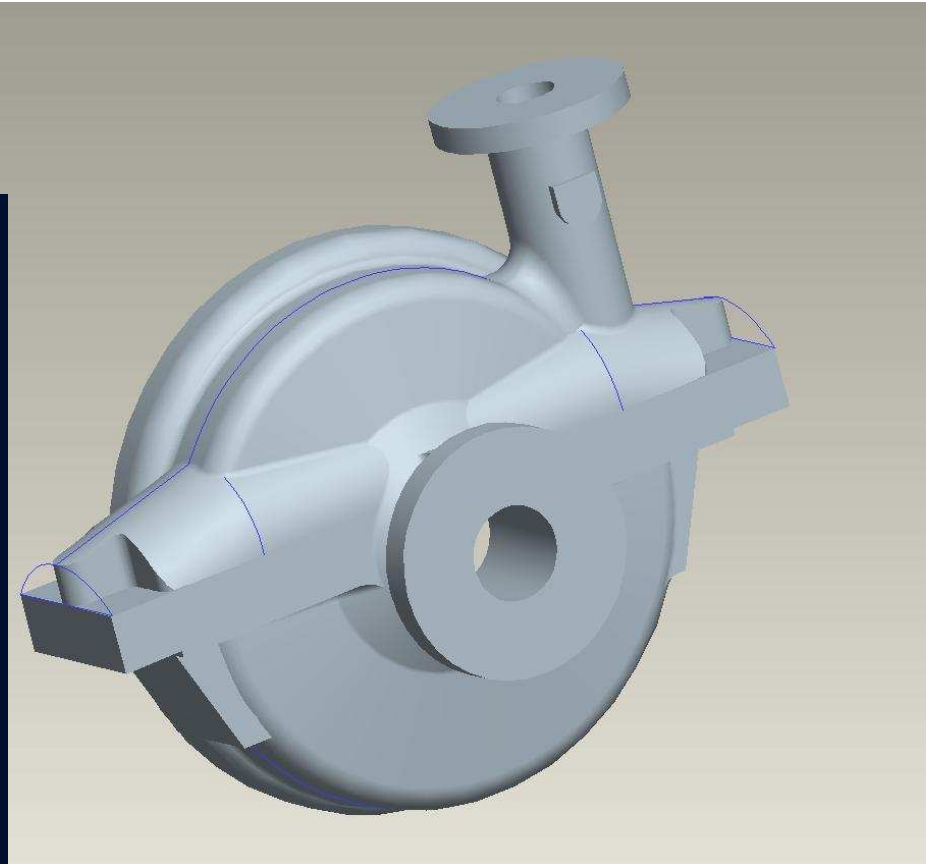
- Teile wählen, an denen ein Ausschneideprozess vorzunehmen ist.
- Referenzteile für Ausschneideprozess wählen.
- Ausschneideoperation von Referenzteil 076_103_ an Teil PRT0002 wird ausgeführt.
- Inkompatible Teilgröße/-genauigkeit. PRT0002 Genauigkeit zu 0.000173 ändern oder absolute Genauigkeit benutzen, um der Teilgenauigkeit zu entsprechen.

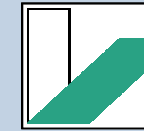
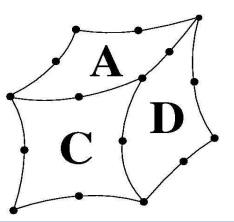




Beispiel Spiralgehäusepumpe Fa. KSB

Gehäuse, 2 Spiralgänge

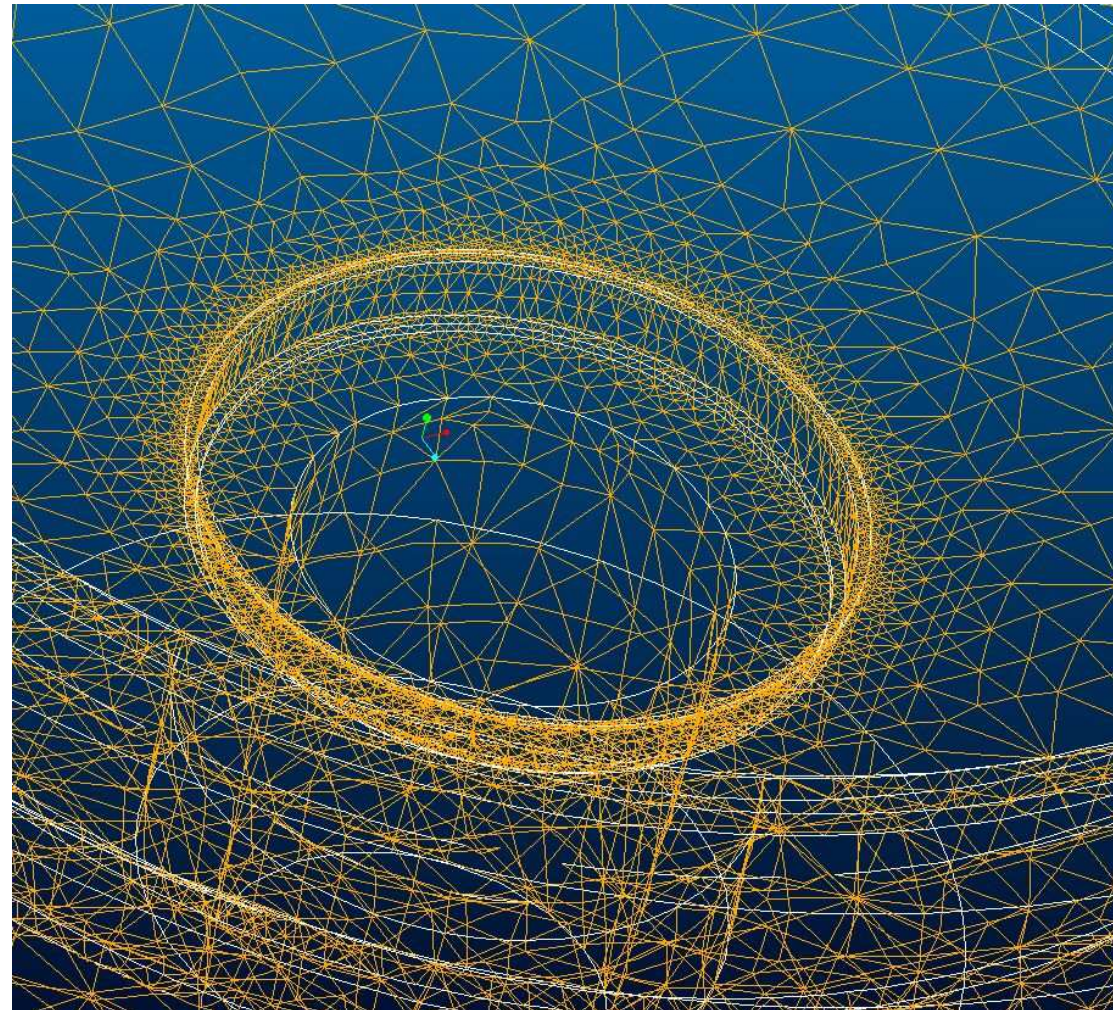


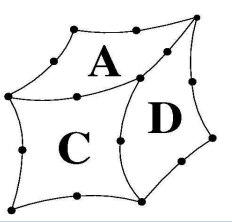


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Beispiel Spiralgehäusepumpe Fa. KSB

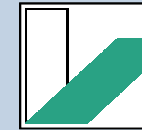
Zu feine Vernetzung „idiotischer“ Features





Lösung

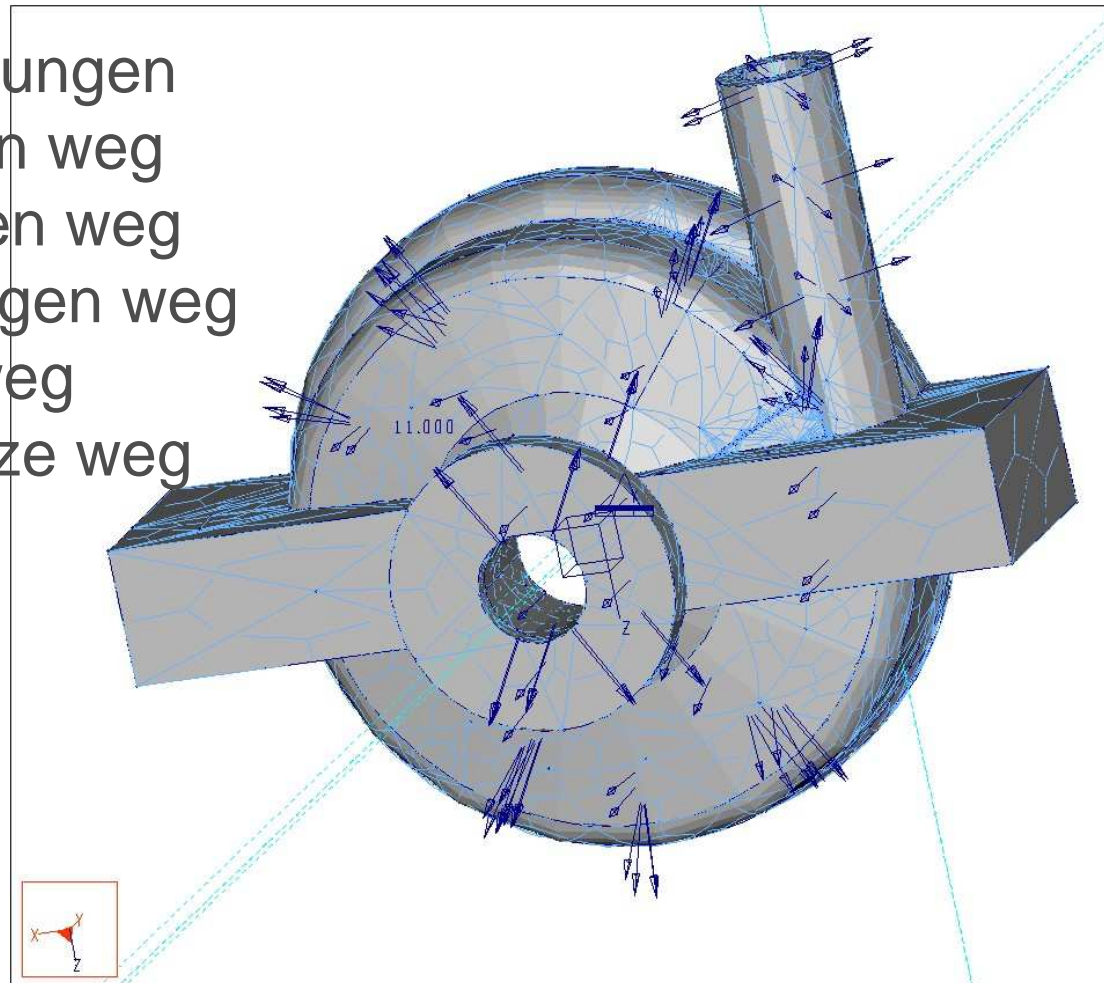
Geometrievereinfachung

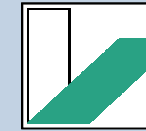
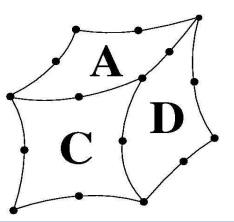


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Vereinfachungen

- Bohrungen weg
- Rundungen weg
- Gußschrägen weg
- Flansch weg
- Miniabsätze weg

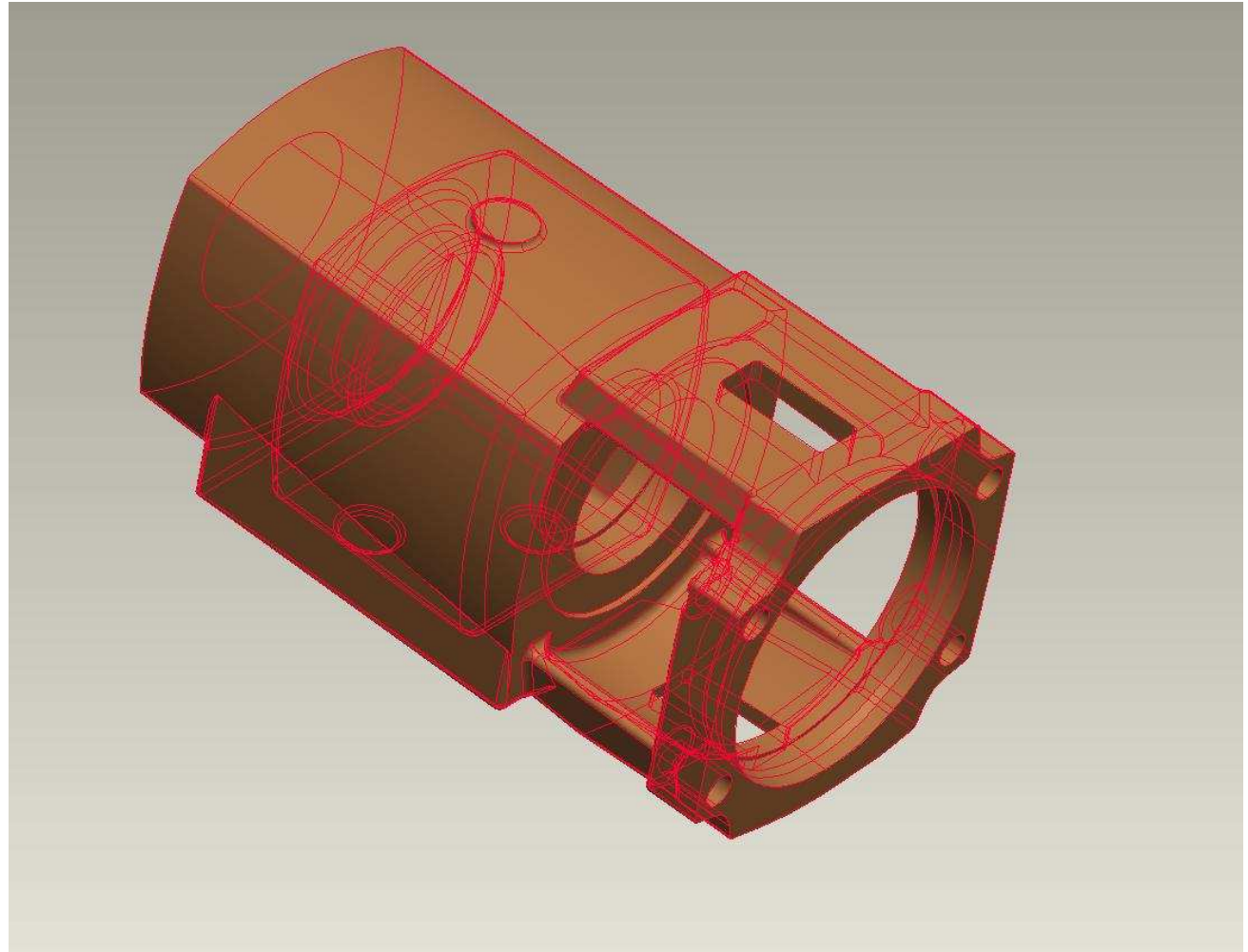


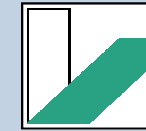
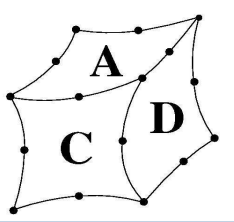


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Beispiel Spiralgehäusepumpe Fa. KSB

Lagerträger

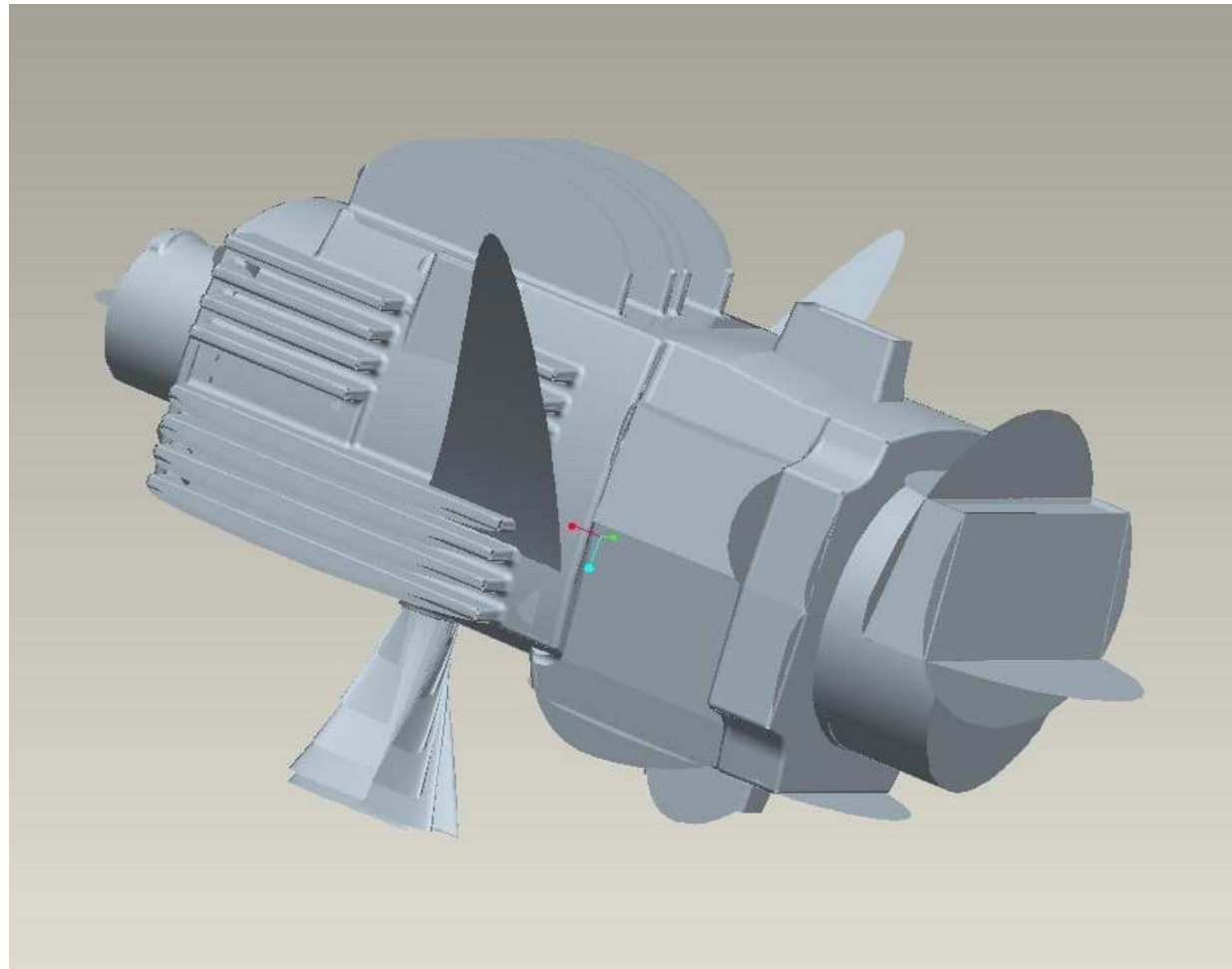


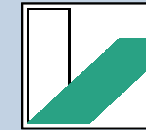
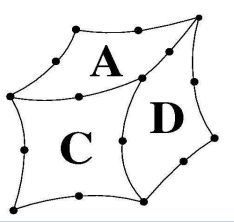


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Beispiel Spiralgehäusepumpe Fa. KSB

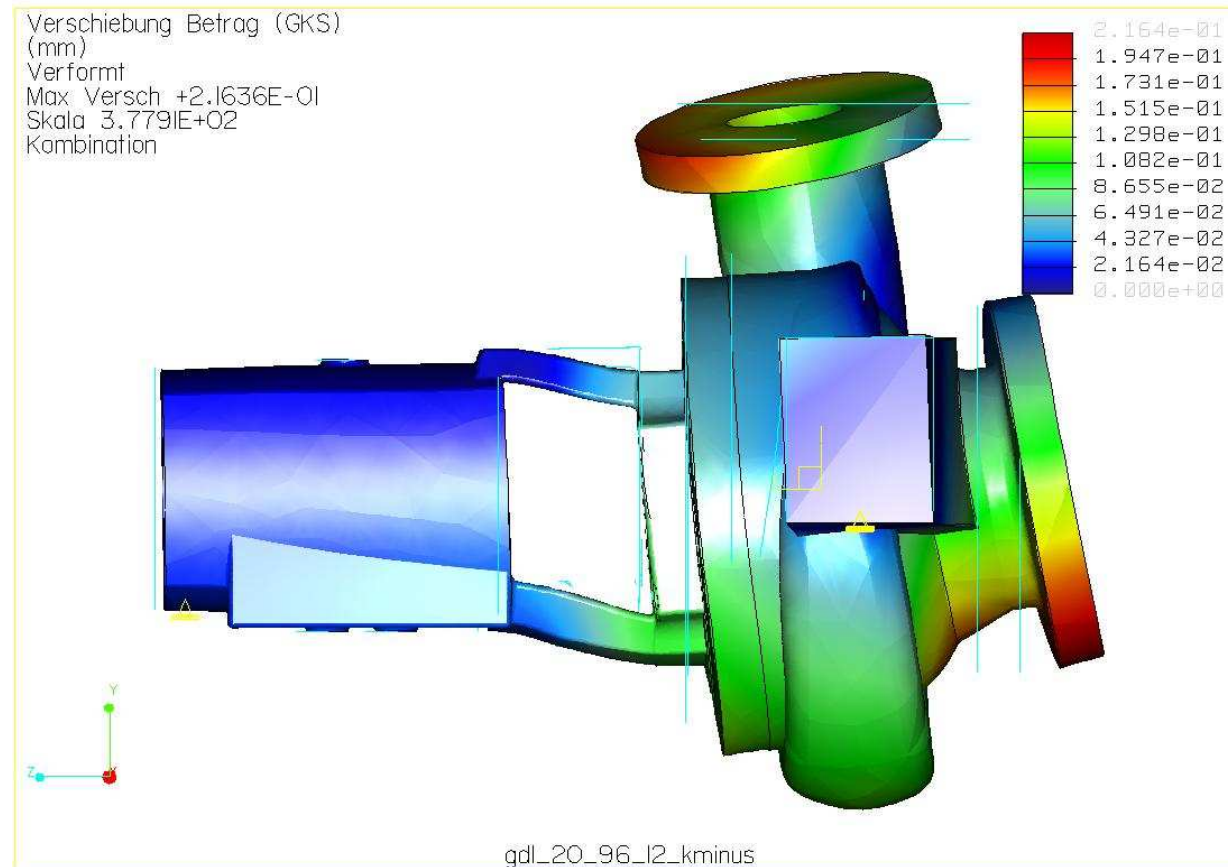
Lagerträger Importschnittstelle VDA

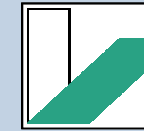
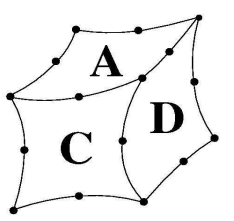




Beispiel Spiralgehäusepumpe Fa. KSB

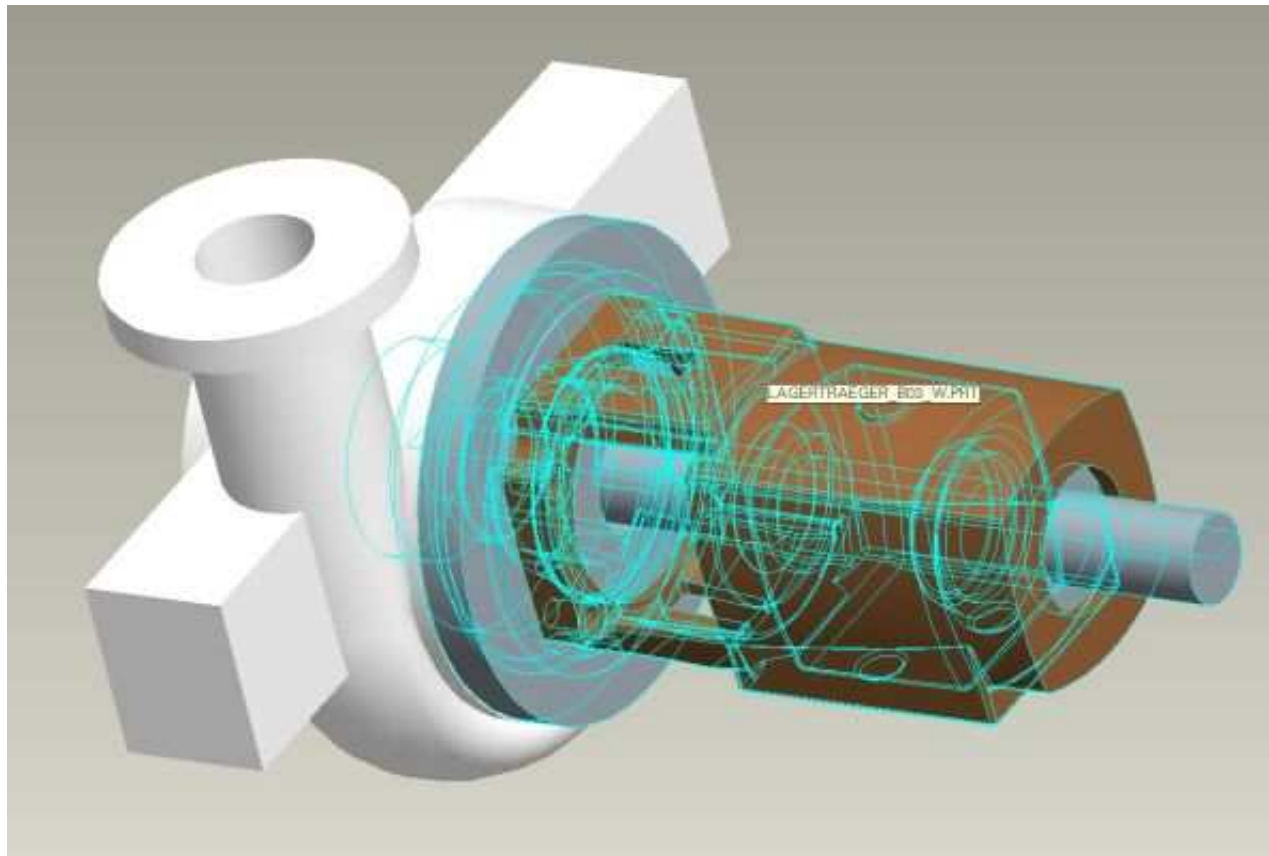
Pumpengehäuse + Deckel + Lagerträger

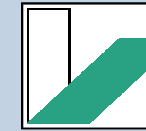
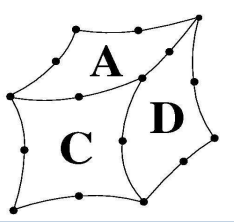




Beispiel Spiralgehäusepumpe Fa. KSB

Pumpengehäuse + Deckel + Lagerträger + Welle



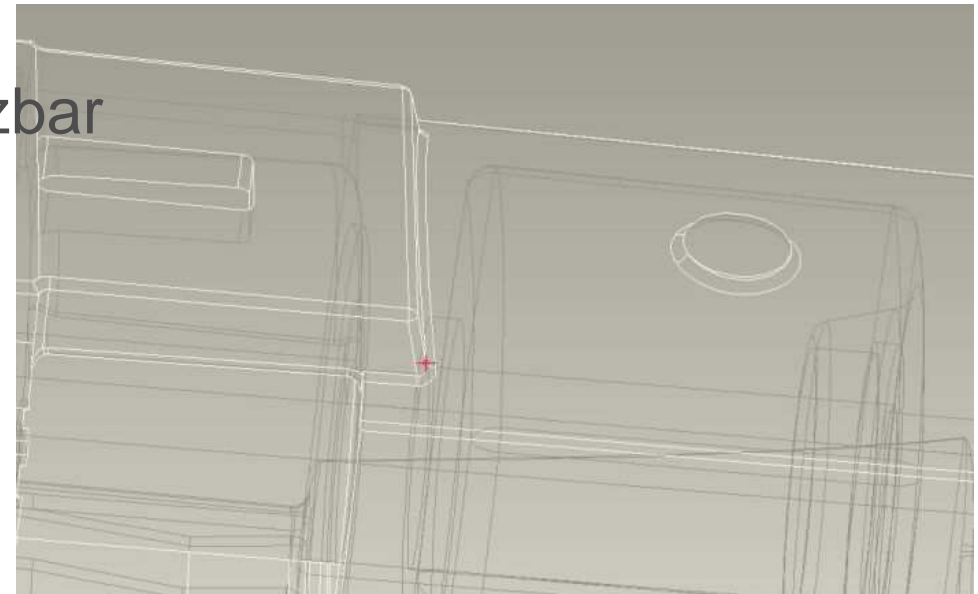
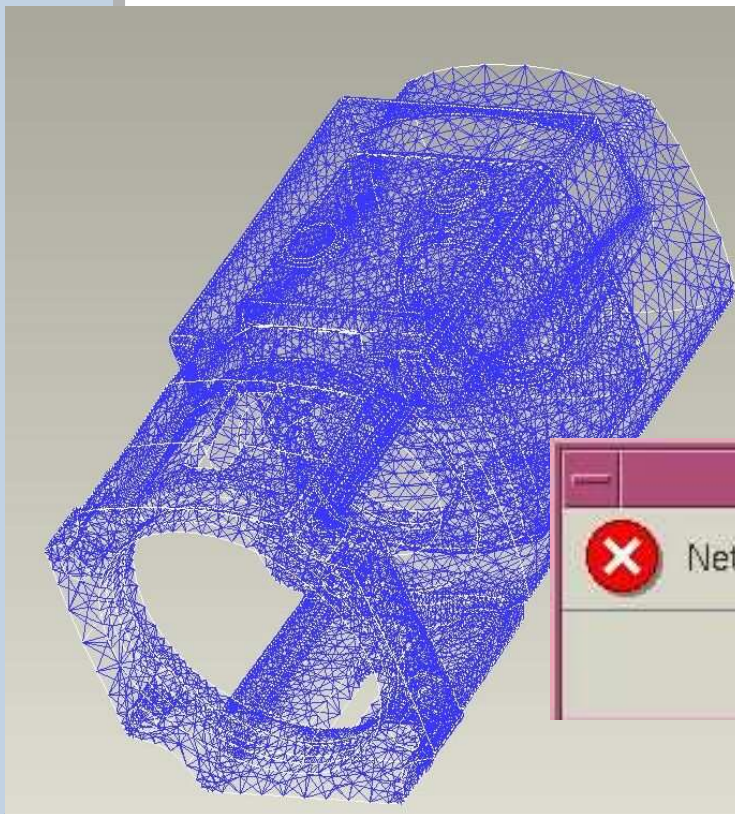


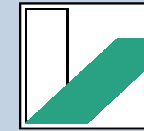
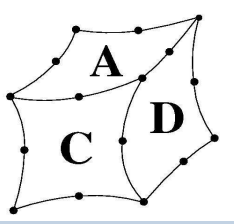
Beispiel Spiralgehäusepumpe Fa. KSB

Pumpengehäuse + Deckel + Lagerträger + Welle

⇒ Einzeln vernetzbar

⇒ Baugruppe nicht vernetzbar



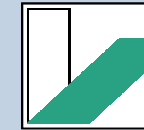
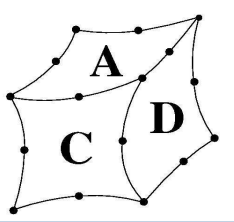


Lösungen

Spiralgehäusepumpe Fa. KSB

Pumpengehäuse+Deckel+Lagerträger+Welle

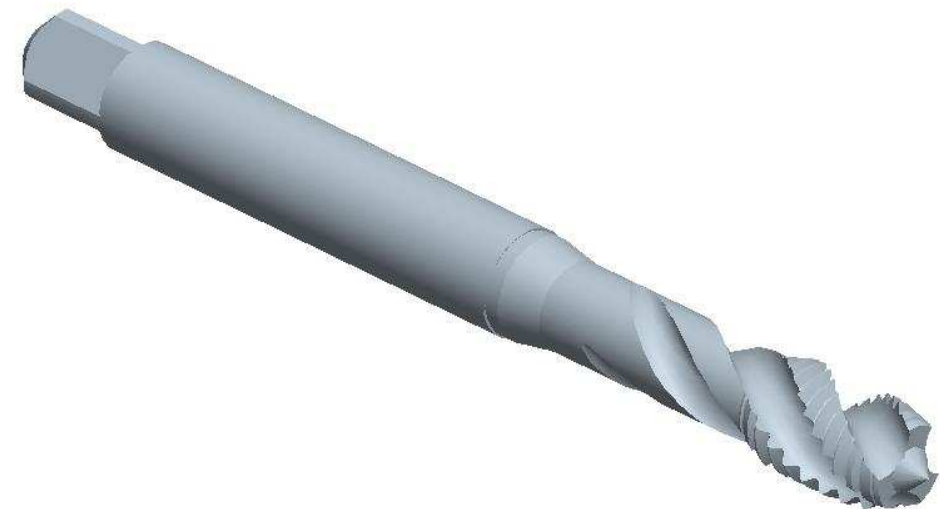
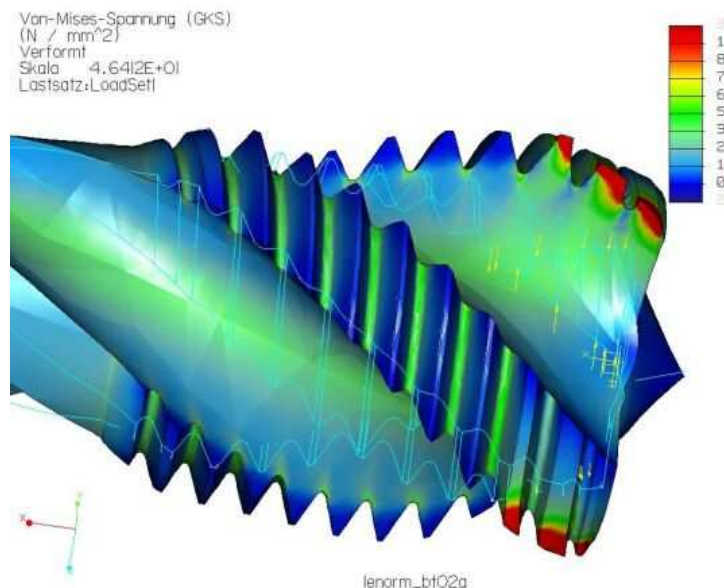
- Bauteil umkonstruieren
 - nicht möglich bei Import-KE's, z.B. IGES
 - Geometrievereinfachung
- Neukonstruktion
- Teile / Baugruppen miteinander verschmelzen
 - Achtung => Reihenfolge



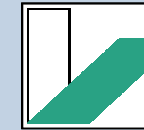
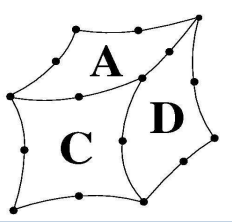
Beispiel

Gewindeboher Fa. EMUGE

Ziel => Kräfte wirken auf die Schneidgeometrie

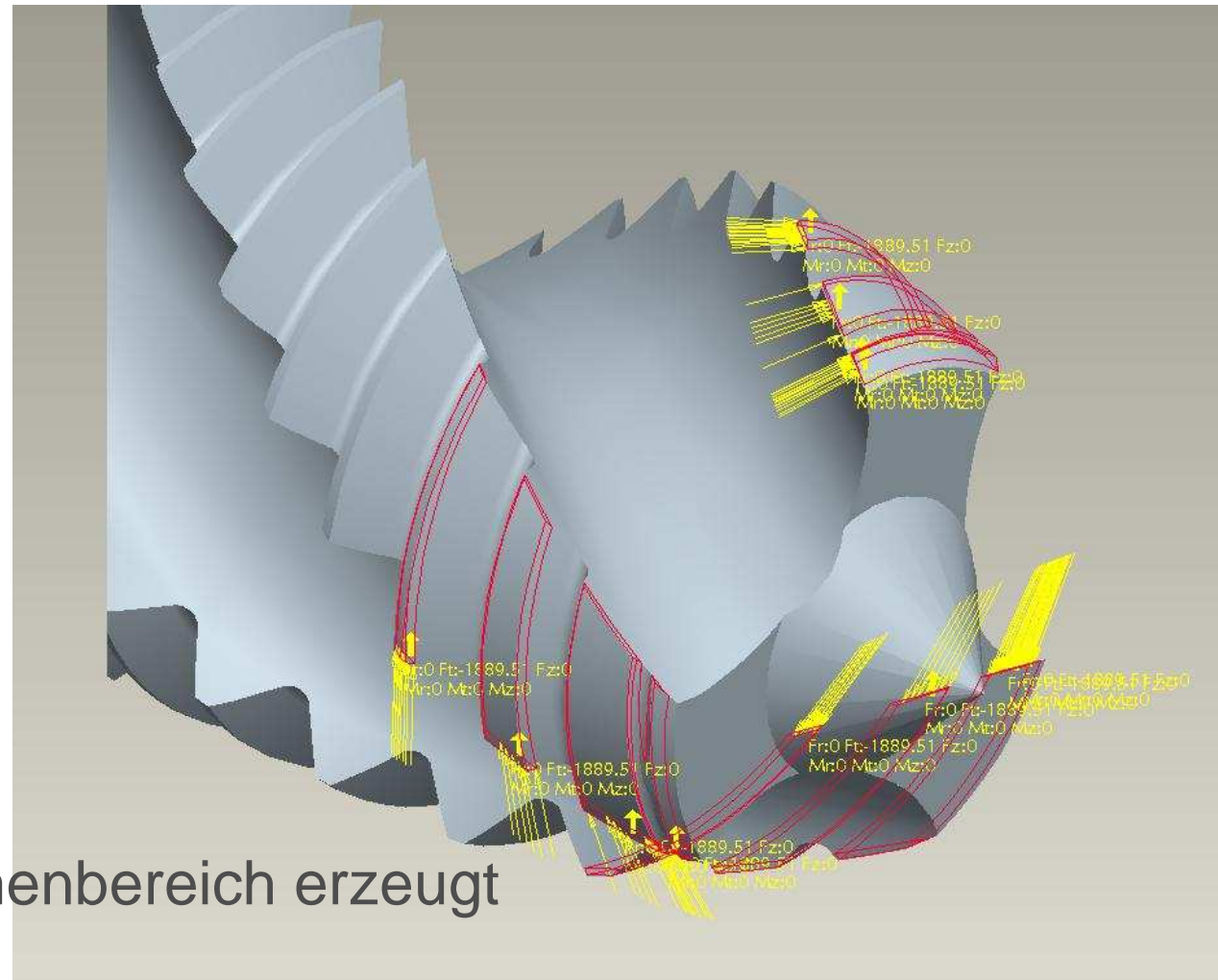


9.100 Volumenelemente
AutoGEM

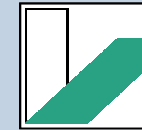
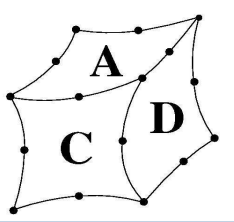


Beispiel

Gewindeboher Fa. EMUGE

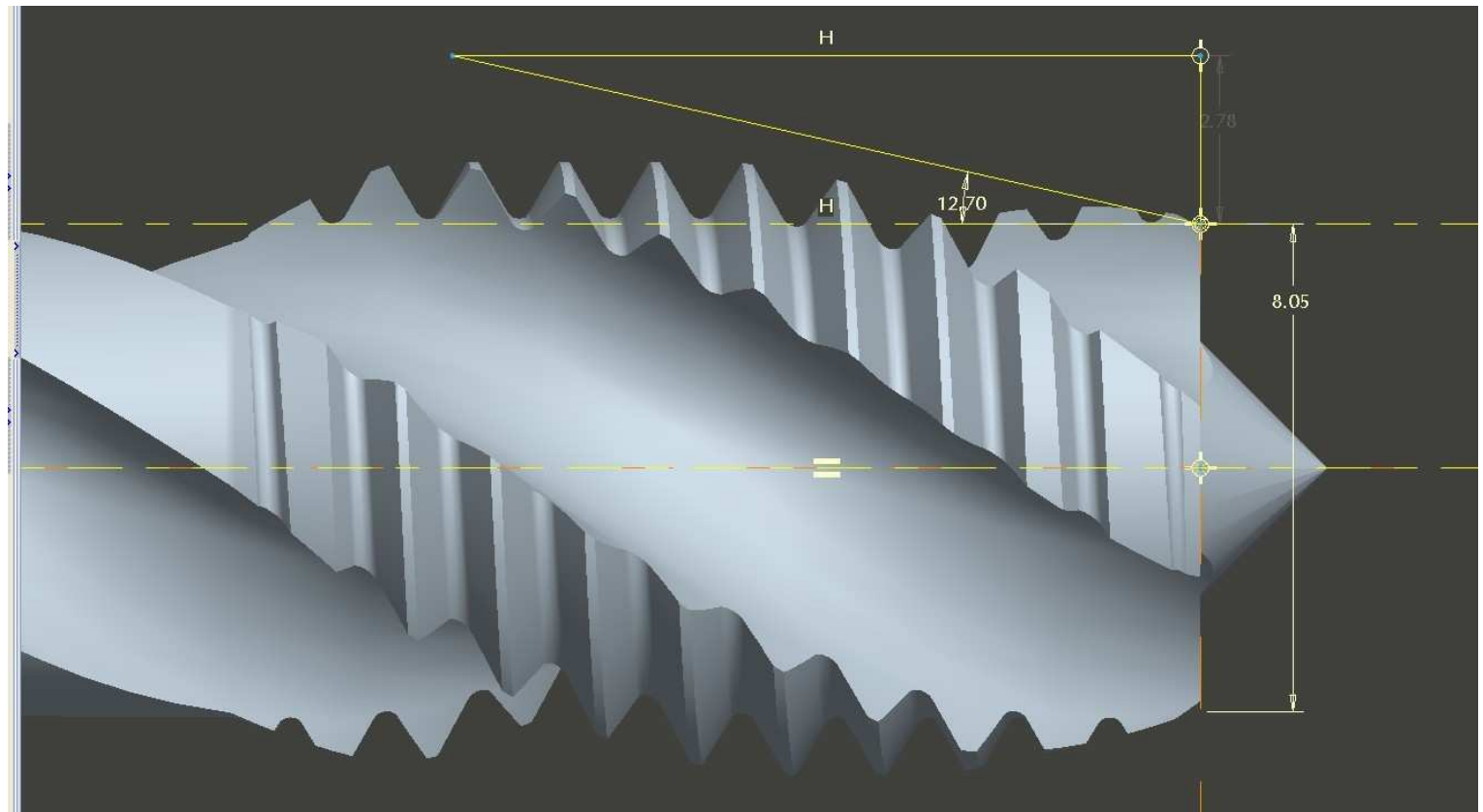


Volumenbereich erzeugt

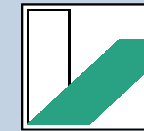
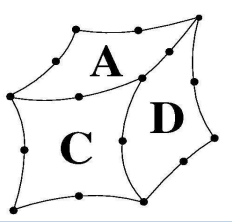


Beispiel

Gewindebohrer Fa. EMUGE



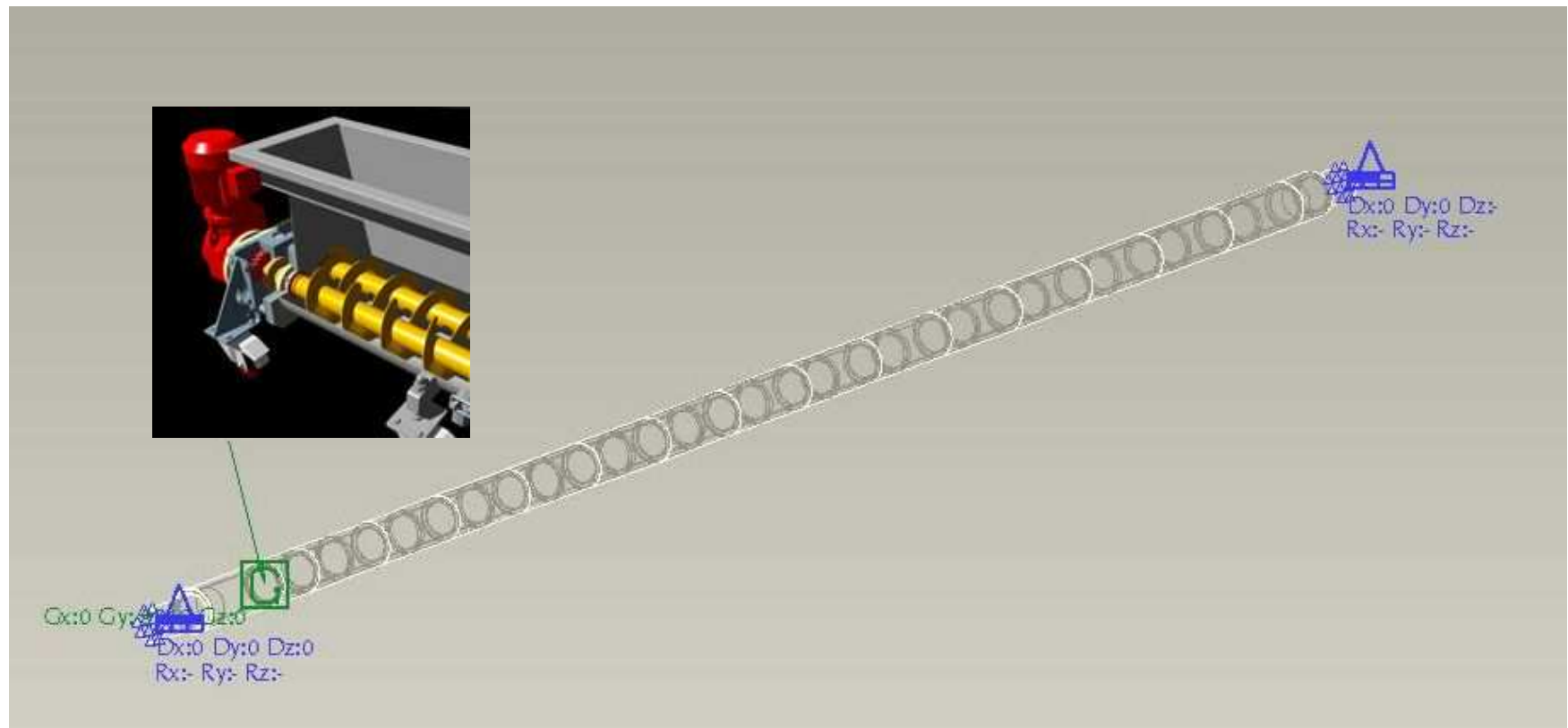
Netz = f(Schnitt)

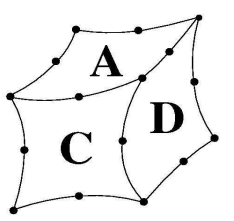


Beispiel

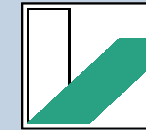
Schneckenwelle Fa. Puratek

Länge ca. 10m, 2 Rohre mit 7mm Wandstärke,
17 Zwischenringe Breite 20 mm

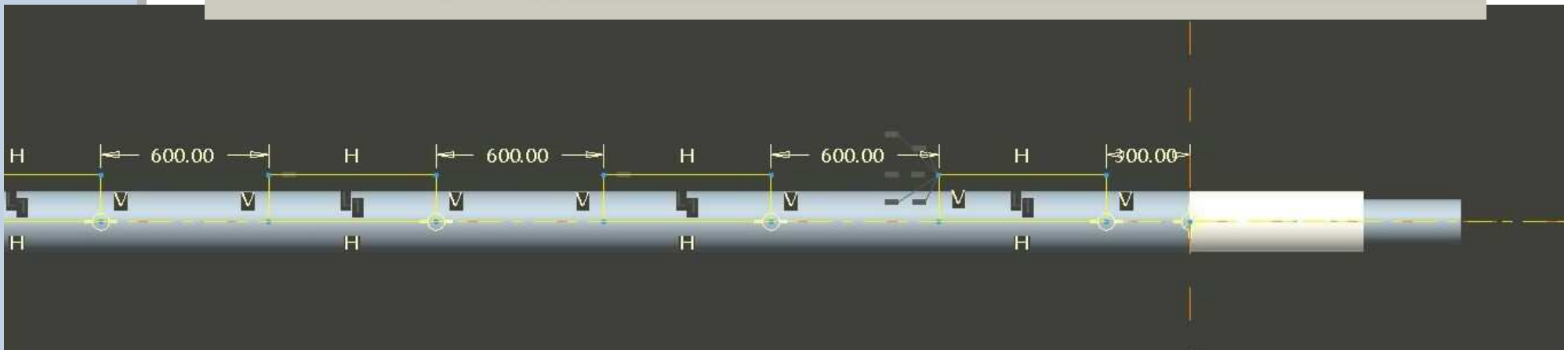
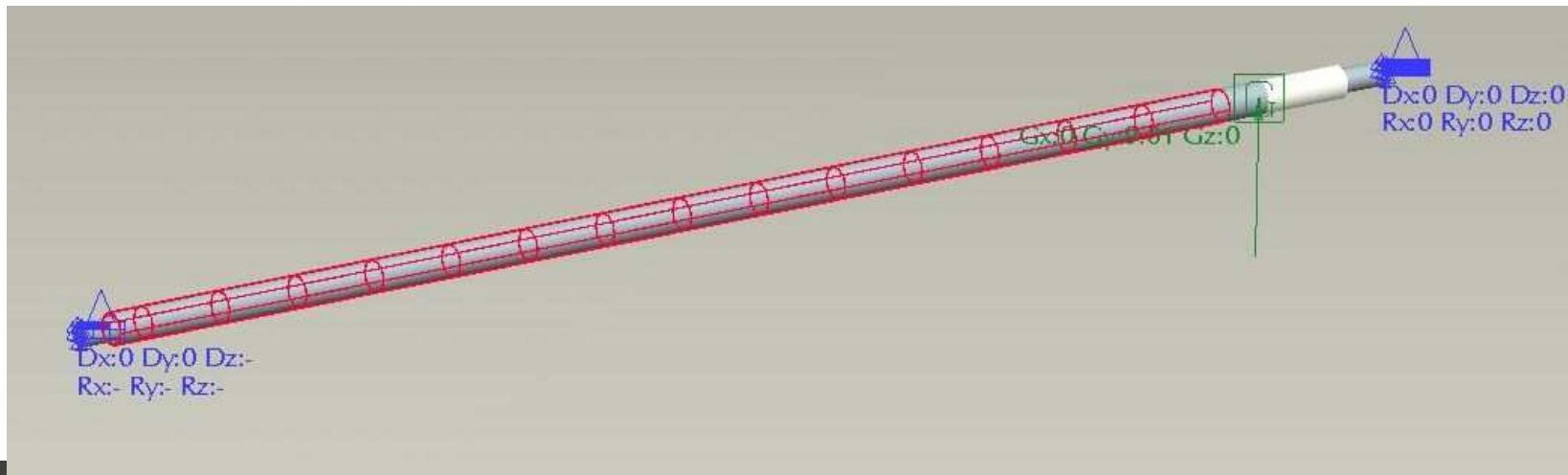




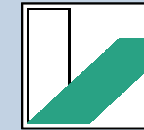
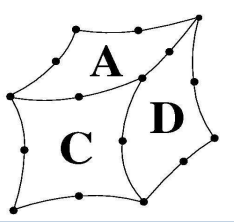
Schweizer Lösung Schneckenwelle Fa. Puratek



UNIVERSITÄT
BAYREUTH



Volumenbereiche erzeugen

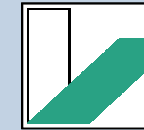
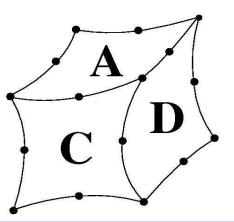


Beispiel

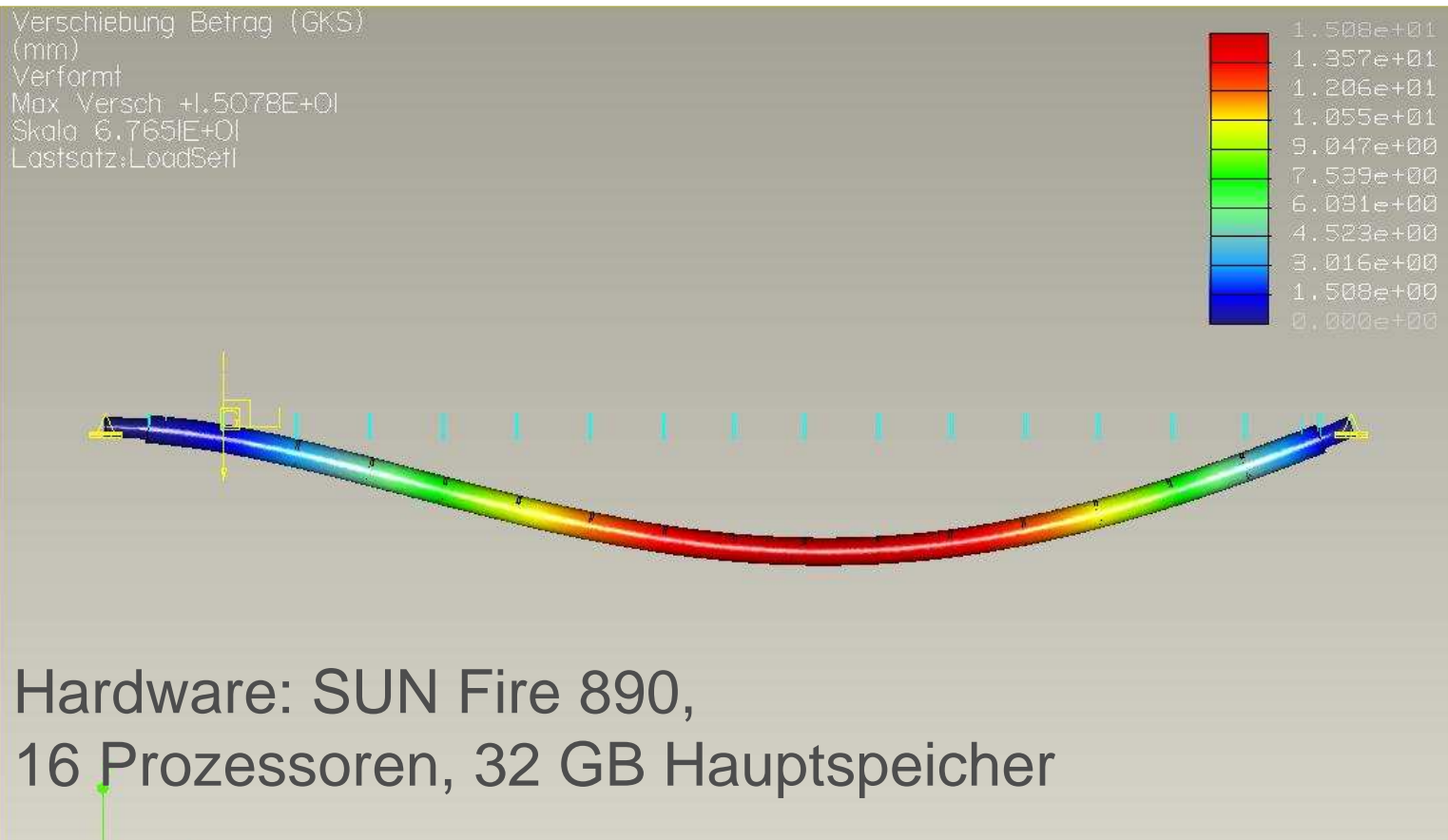
Schneckenwelle Fa. Puratek

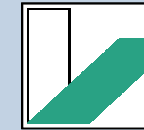
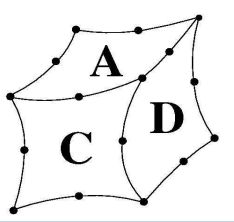
Netzgrößen

linear h-Methode	parabolisch h-Methode	p-Methode AutoGEM
139.000 Knoten	874.000 Knoten	24.000 Punkte
472.000 Elemente Typ 17	475.000 Elemente Typ 16	76.000 Tetraeder
417.000 Freiheitsgrade	2.630.000 Freiheitsgrade	72.000 Freiheitsgrade



Berechnung Schneckenwelle Fa. Puratek

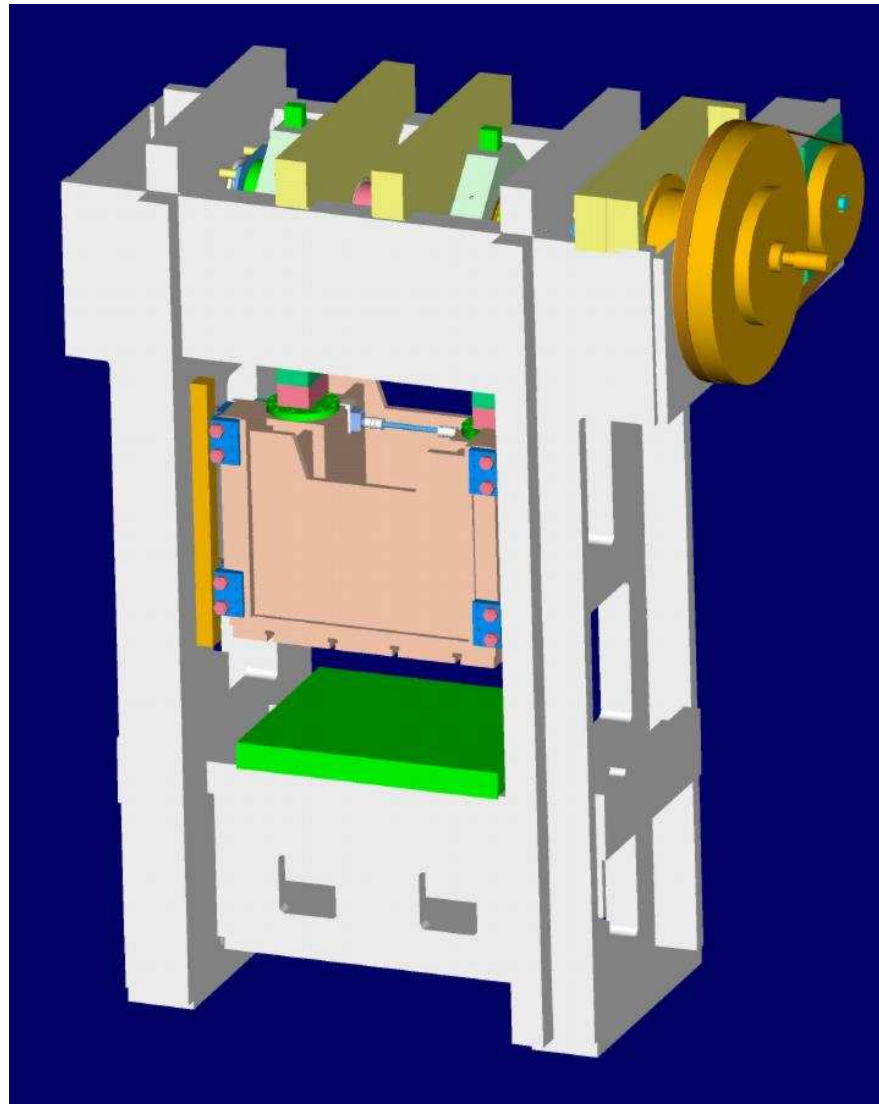


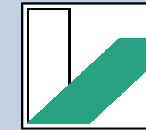
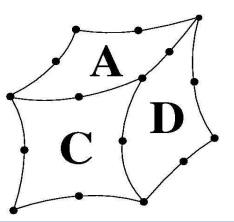


Beispiel

Pressenrahmen Fa. Burkhardt

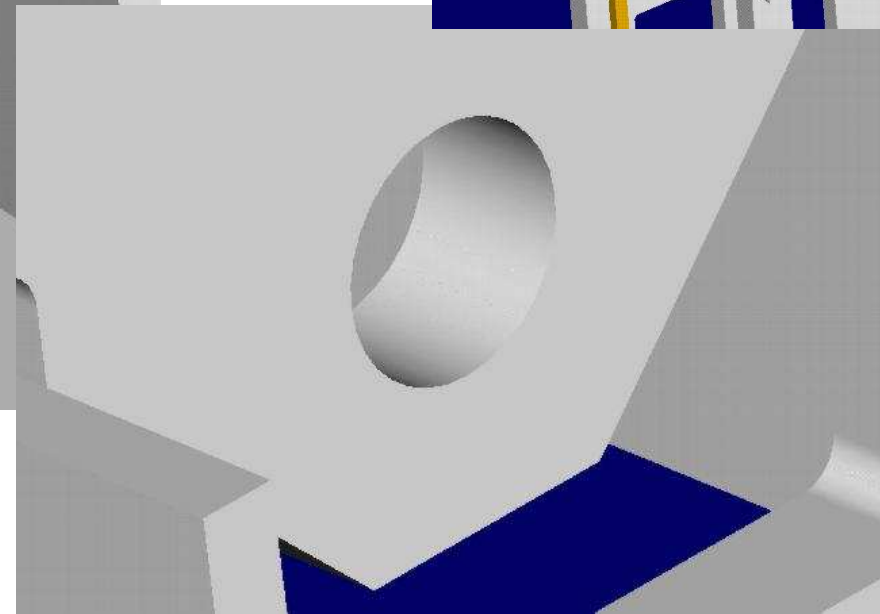
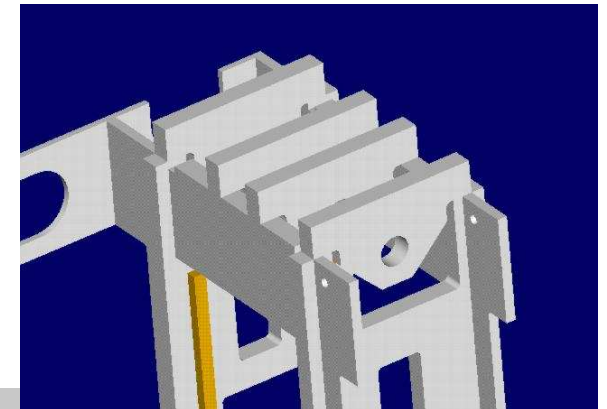
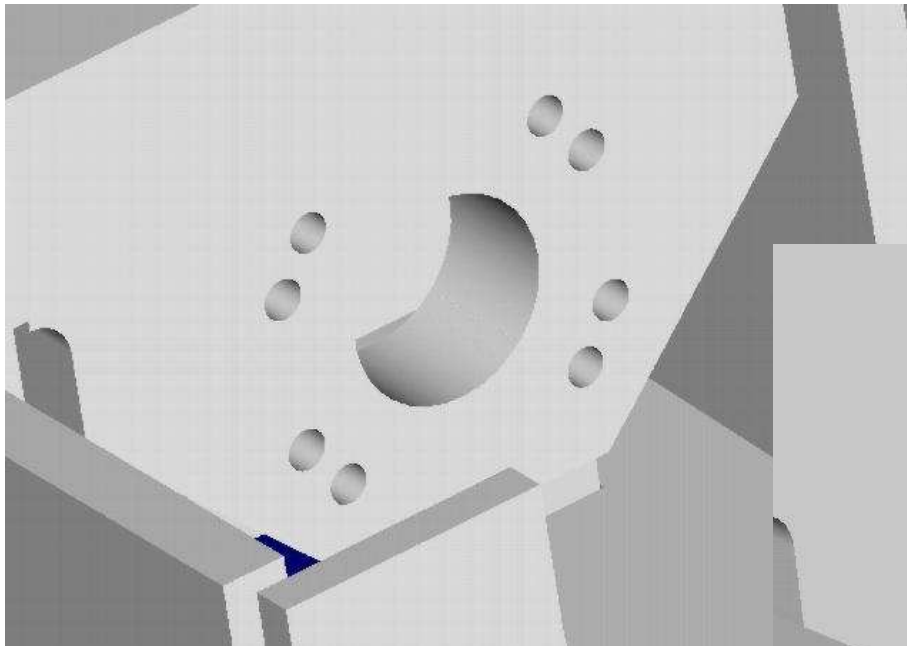
Höhe 3,20 m
Breite 2 m
Tiefe 1,50 m

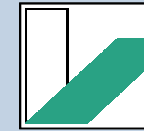
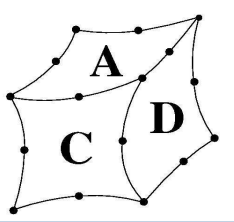




Probleme Pressenrahmen Fa. Burkhardt 1

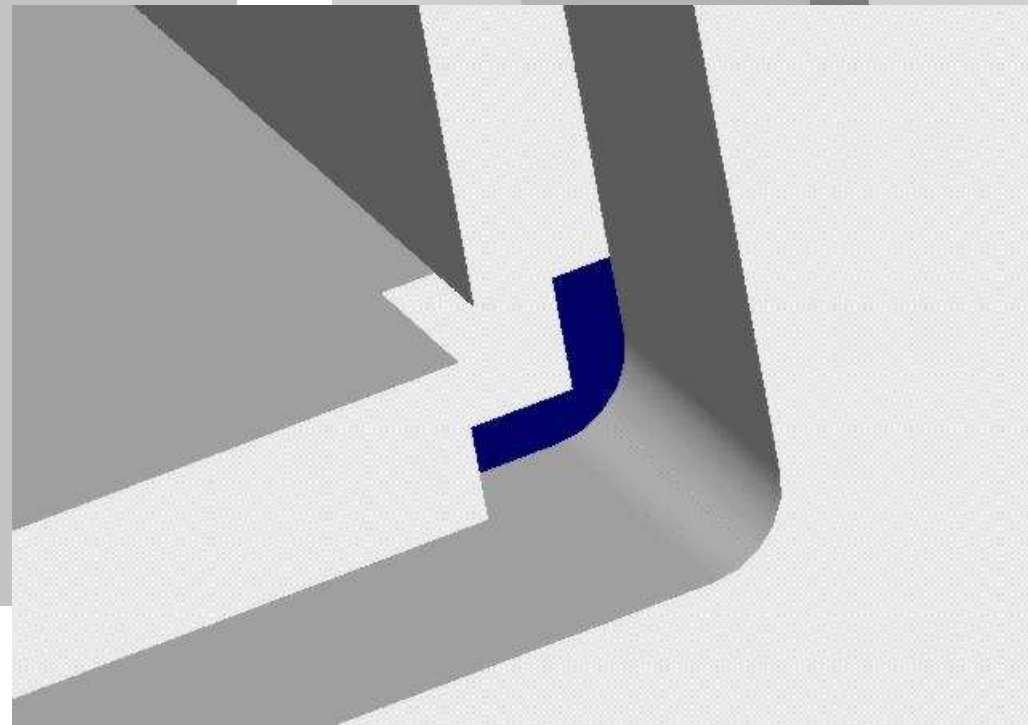
Bohrungen

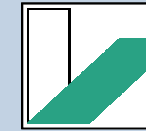
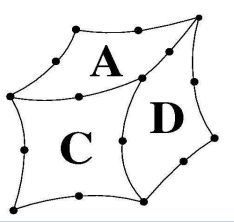




Probleme Pressenrahmen Fa. Burkhardt 2

Rundungen

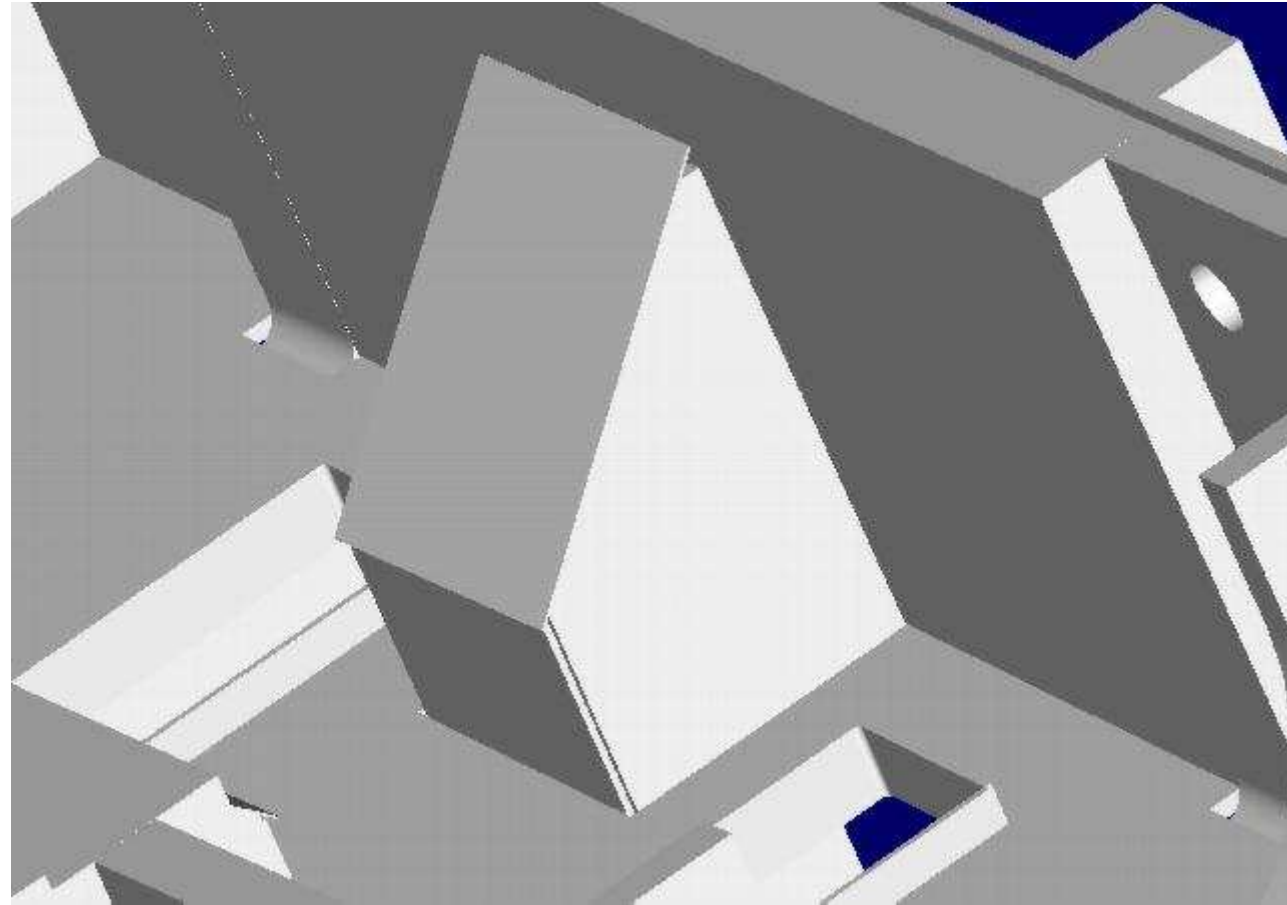


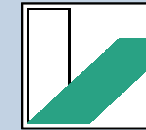
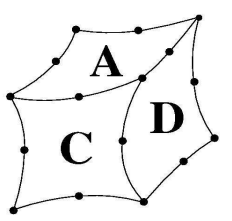


Probleme

Pressenrahmen Fa. Burkhardt 3

Bleche

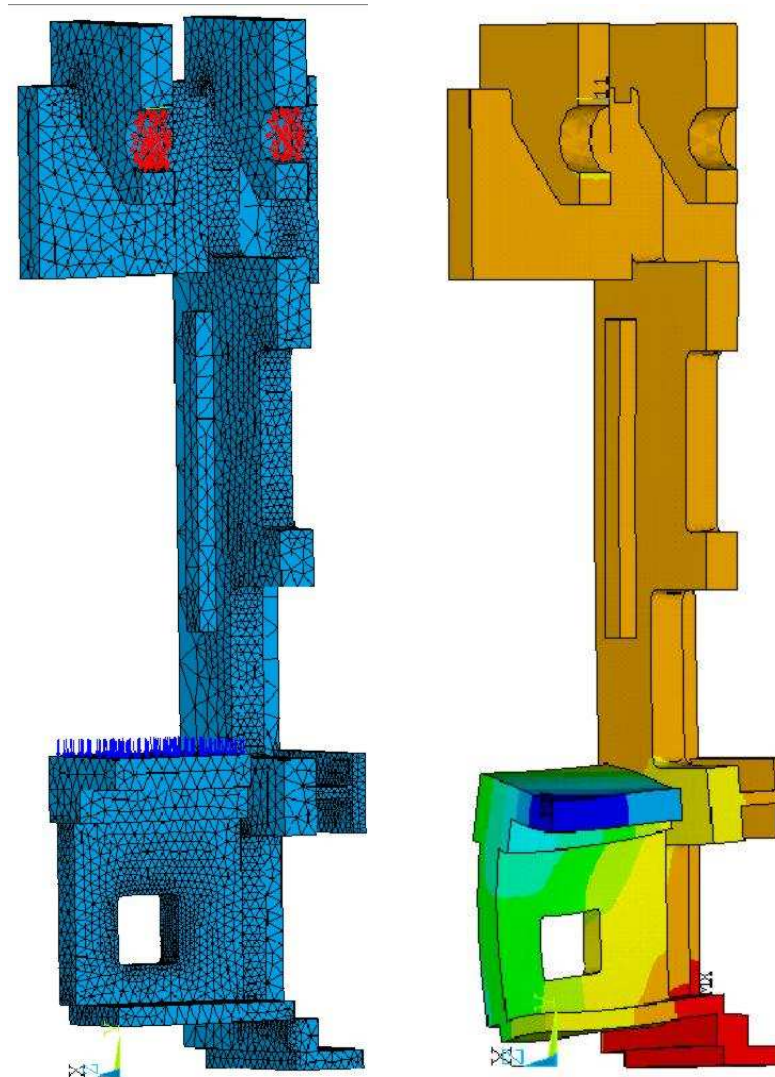


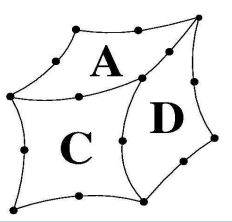


Lösung Pressenrahmen Fa. Burkhardt

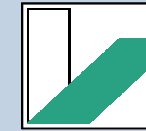
Dateigröße
Rechenzeit

=> Teilmodelle
 $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$

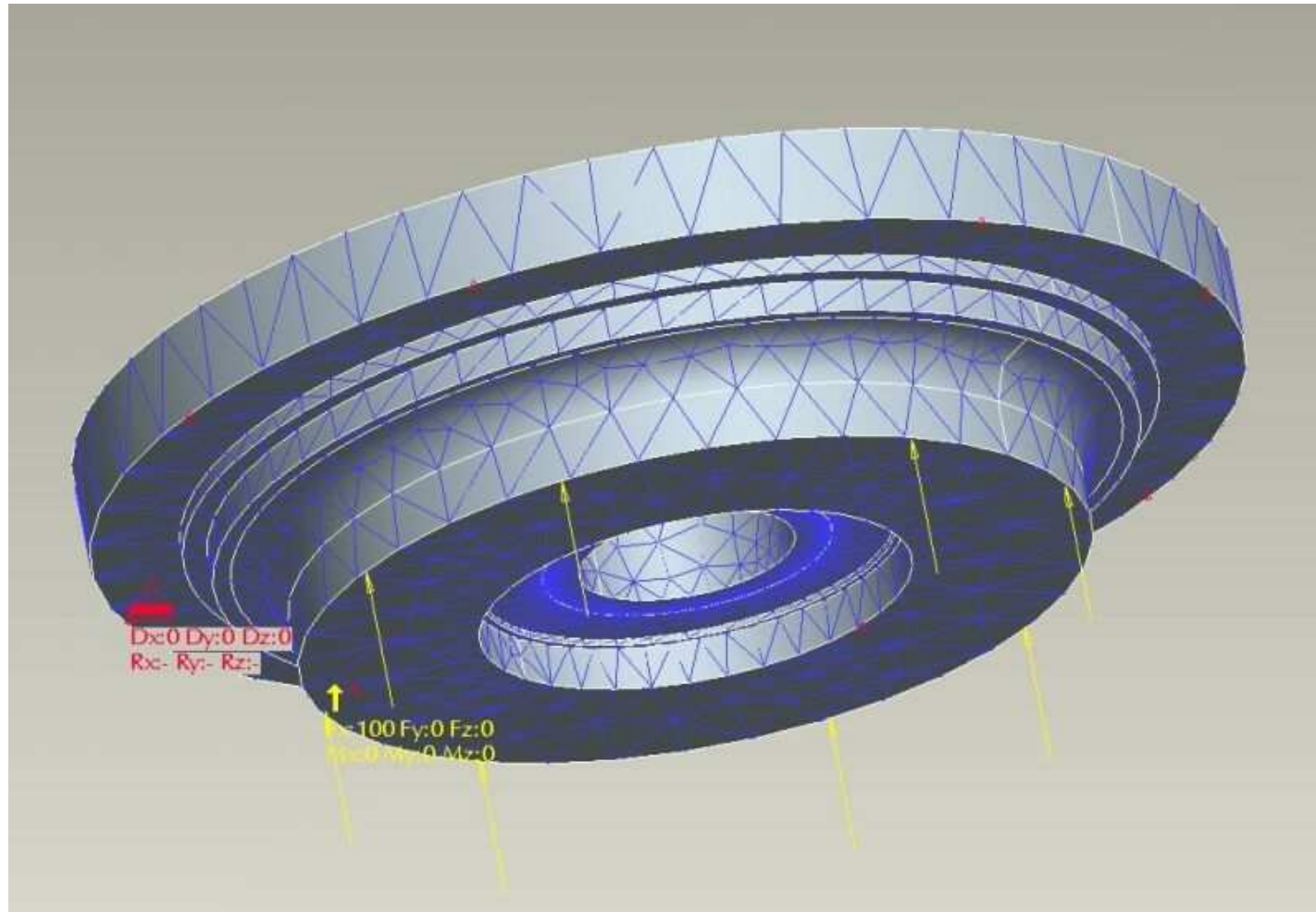


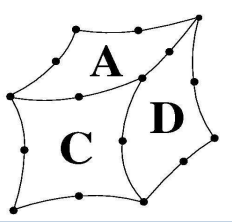


Beispiel KSB Pumpendeckel

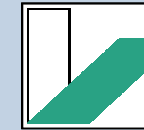


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

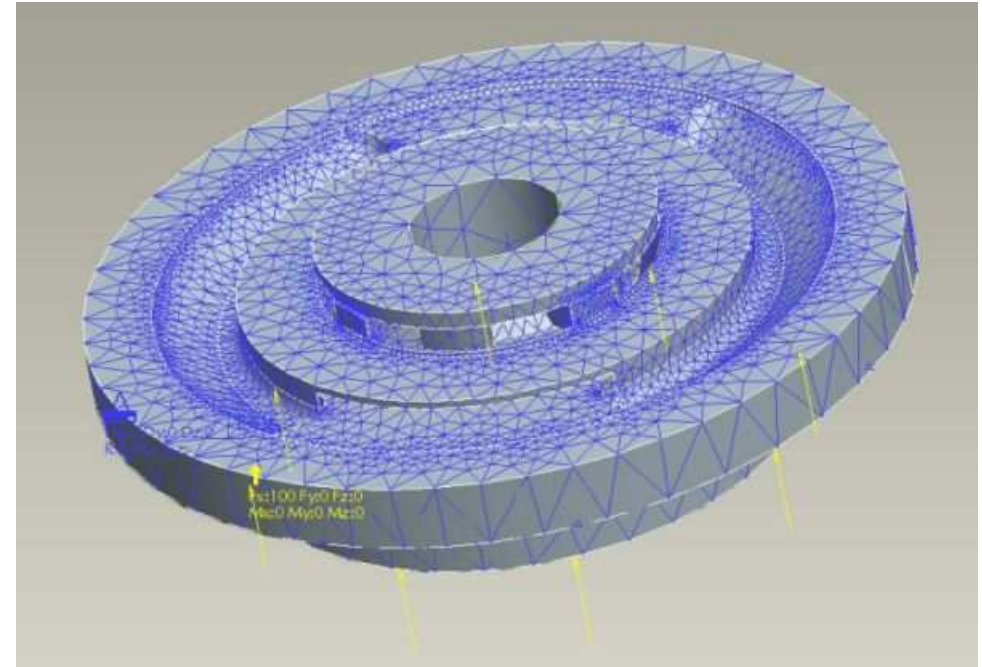
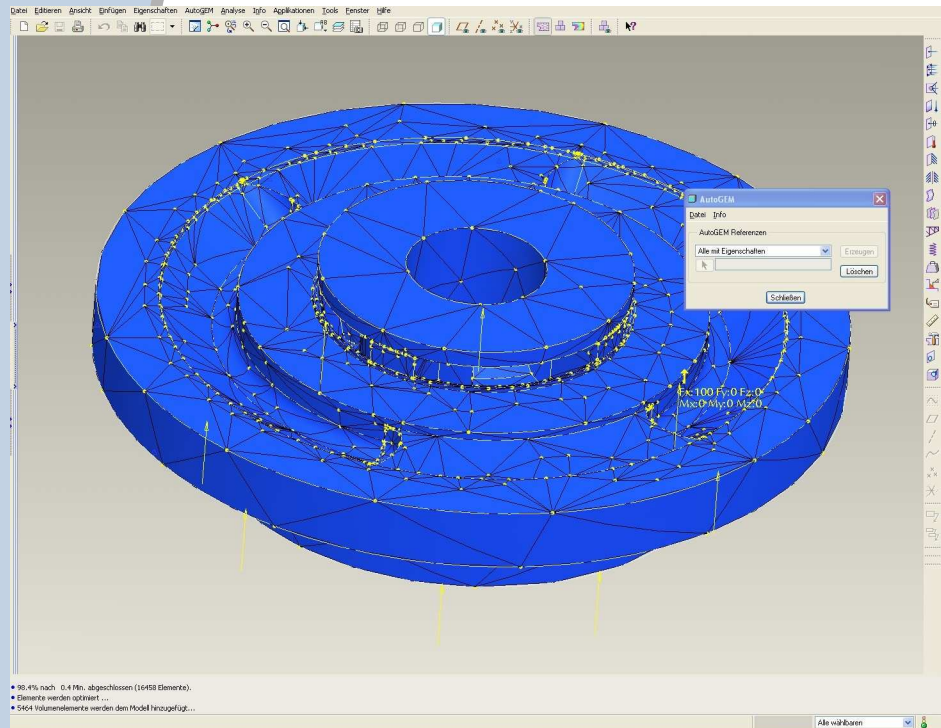




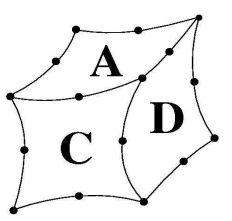
Beispiel KSB Pumpendeckel



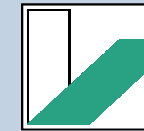
UNIVERSITÄT
BAYREUTH



AutoGEM = OK => 11.400 Elemente
FEM Netz = OK => 105.000 Elemente

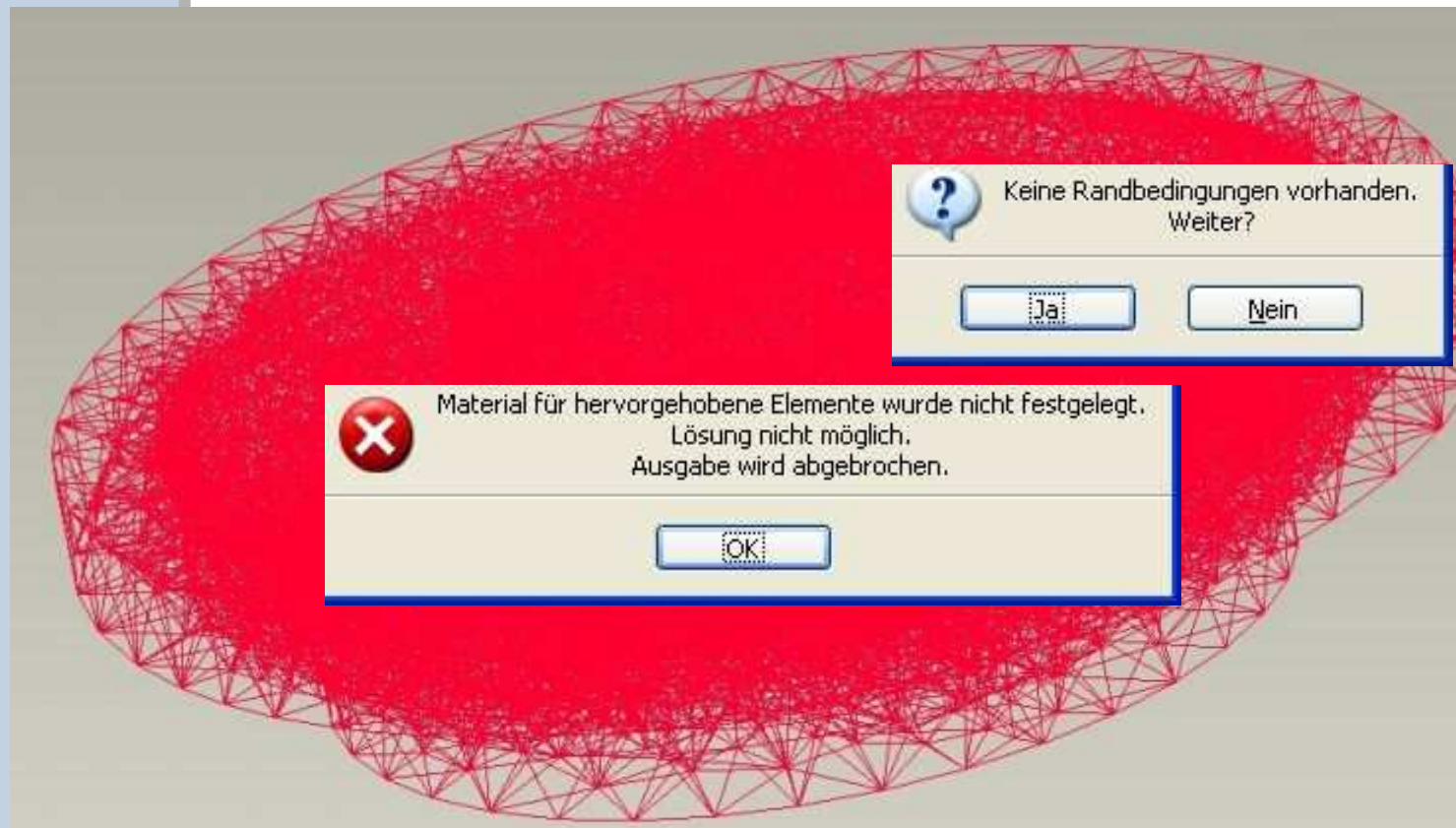


Beispiel / Lösung KSB Pumpendeckel



UNIVERSITÄT
BAYREUTH

FEM Modus => Weiterverarbeitung mit MSC/NASTRAN Solver



Gleichungsloser
MSC/NASTRAN

Analyse
Structural

Elementform
☒ Linear
☐ Parabolisch
☐ Elemente beheben

Analysen

Koord System
default

Hilfs-KSys
CSYS_PART_DEF

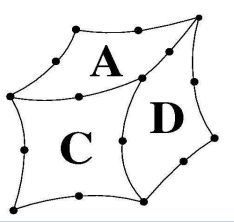
NASTRAN Analyseschablone
Keine Schablonendatei

Standard

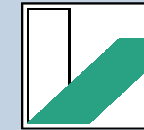
☐ In Datei ausgeben
☒ Online ausführen
☐ Im Hintergrund ausführen

casing_cover_ksb.nas

OK Abbrechen



Import Pro/E Teile in MSC.PATRAN / MARC



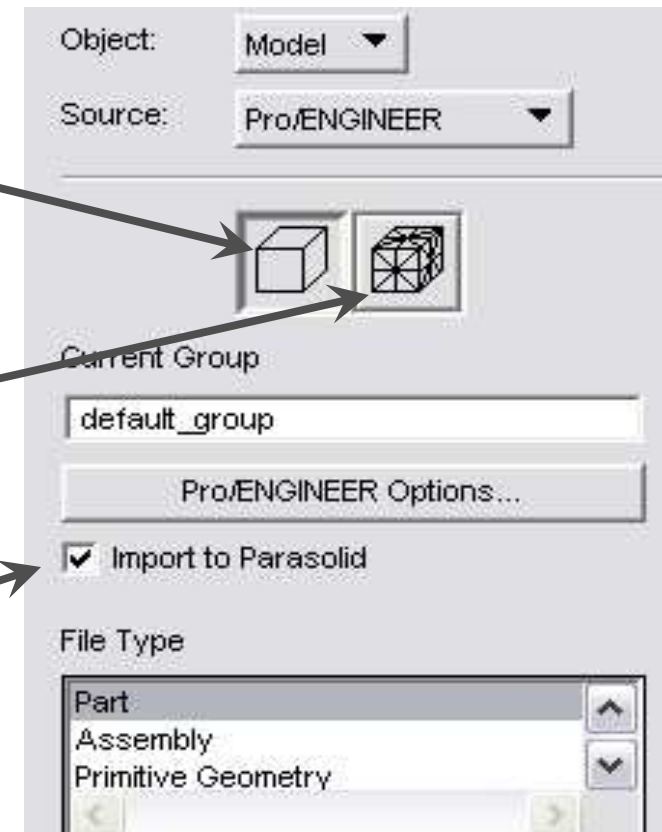
UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Import von:

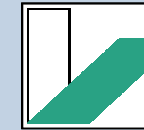
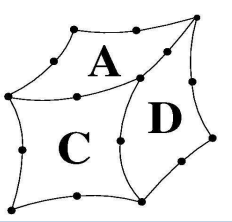
- Bauteilen
- Baugruppen

Import von:

- Netzen

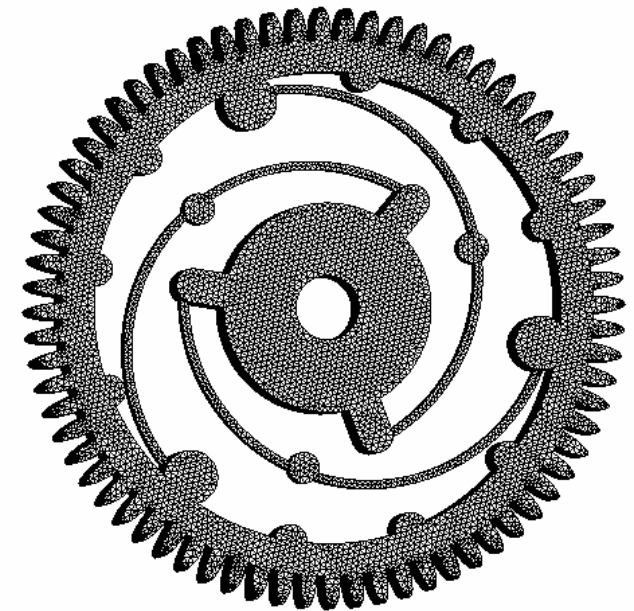
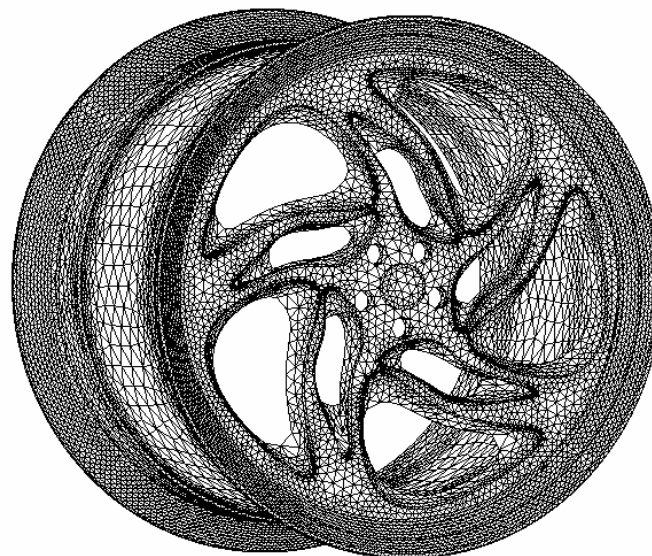


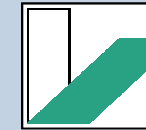
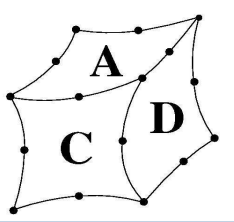
2 unterschiedliche
Übersetzer für Pro/E Geometrien



Import Netze – Pro/E

- Import von Bauteilnetzen aus Pro/MECHANICA
- Tetraeder (TET4 / TET 10) oder Dreieckselemente
- Import der Materialkennwerte
- Import der Bauteileigenschaften
- **Kein Import der Lasten!!!**

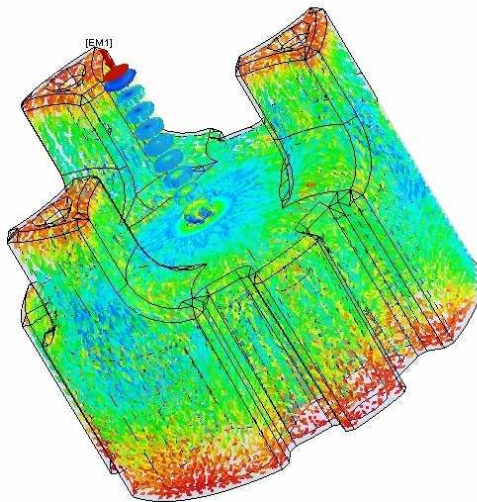
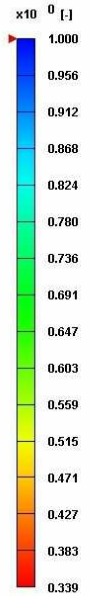




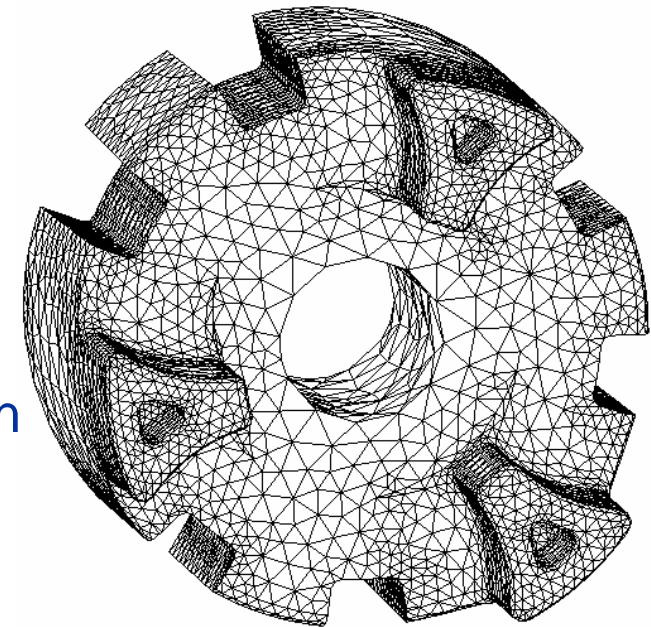
Ausblick – nichtlineares Material

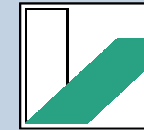
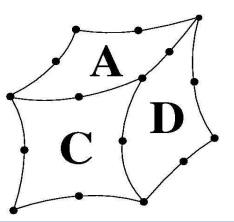
- Inhomogene Materialien benötigen mehr NETZ- Informationen
- Beispiel: Import aus 3D- Spritzgusssimulation (MOLDEX 3D)
 - Übertragung von Daten der Faserorientierung bei Faserverstärkung

Filling_Fiber Orientation



Beispiel Kunststoffkupplung:
218.409 Materialdaten
234.259 Bauteileigenschaften





Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Bitte stellen Sie Fragen.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. R. Hackenschmidt
Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD